

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Tomislav Šabalja

Zagreb, 2013.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Doc. Dr. Sc. **Boris Ljubenkov**

Student:

Tomislav Šabalja

Zagreb, 2013.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE
Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za završne i diplomske ispite studija brodogradnje



Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Tomislav Šabalja**

Mat. br.: 0035176785

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **PREDMONTAŽA TANKA TERETA BRODA ZA PRIJEVOZ ASFALTA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **ASSEMBLY OF CARGO TANK OF THE ASPHALT CARRIER**

Opis zadatka:

Prema dostupnoj dokumentaciji broda za prijevoz asfalta glavnih dimenzija:

Loa = 133,30 m

Lpp= 128,20 m

B= 23 m

H= 12,40 m

T= 8,5 m

DWT= 15.000 t,

i pretpostavljenog tehnološkog procesa potrebno je razraditi tehnološku dokumentaciju predmontaže tanka tereta.

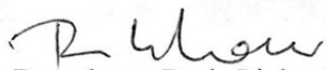
Zadatkom je potrebno:

1. razraditi podjelu trupa na makroprostore, grupe i sekcije
2. razraditi radioničku tehnološku dokumentaciju predmontaže i uranjenog opremanja tanka tereta
3. razraditi tehnologiju zavarivanja, antikorozivne zaštite, izolacije i kontrole dimenzija
4. navesti i primjerima ilustrirati aktivnosti nadzora predmontaže tanka tereta

Zadatak zadan:

16. studenog 2012.

Zadatak zadao:


Doc. dr. sc. Boris Ljubenkov

Rok predaje rada:

1. rok: 15. veljače 2013.

2. rok: 11. srpnja 2013.

3. rok: 13. rujna 2013.

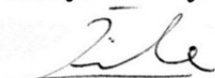
Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 27., 28. veljače i 1. ožujka 2013.

2. rok: 15., 16. i 17. srpnja 2013.

3. rok: 18., 19., i 20. rujna 2013.

Predsjednik Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Kalman Žiha

IZJAVA

Ovom izjavom potvrđujem da sam završni zadatak naslova „Predmontaža tanka tereta broda za prijevoz asfalta“ radio potpuno samostalno, oslanjajući se isključivo na stečena znanja usvojena tijekom dosadašnjeg školovanja.

Tomislav Šabalja

ZAHVALA

Zahvaljujem se Doc. Dr. Sc. Borisu Ljubenkovu na svoj ustupljenoj pomoći, strpljivosti, susretljivosti i savjetima koje mi je ustupio kao mentor prilikom izrade ovog završnog rada.

Zahvaljujem i svom osoblju brodogradilišta koje mi je pomoglo u objašnjavanju i dočaravanju izgradnje jednog ovako kompleksnog broda.

Također, najviše želim zahvaliti svojoj obitelji, ponajprije ocu Filipu, bratu Filipu i sestri Kristini, na ukazanoj moralnoj i financijskoj pomoći te potpori tokom mog studija.

Zahvaljujem i svojoj kumi Andrei i njenom suprugu Goranu na svoj pomoći tokom mog boravka u Zagrebu tijekom studija, također zahvaljujem i svojoj djevojci Martini i svim prijateljima na ukazanoj podršci.

SAŽETAK

Ovim završnim radom kroz 7 poglavlja razrađena je zadana tema naslova „Predmontaža tanka tereta broda za prijevoz asfalta“.

Kroz poglavlje 1 objašnjava se kratka evolucija brodarstva sve do pojave asphalt carriera. Dočarava se njihova nezaobilaznost u moderom svijetu. Zatim, u poglavlju 2, opisan je prijevoz asfalta brodovima. Iznešene su karakteristike asfalta i brodova koji ga prevoze a konačno je prikazana podjela broda na makroprostore, grupe i sekcije. Poglavlje 3 se koncipira na postupcima i tehnologiji izrade karakterističnog tanka tereta dok je u poglavlju 4 obrađena antikorozivna zaštita tanka tereta. Kroz poglavlje 5 opisano je uranjenje opremanje tanka tereta te je prikazano kako se vrši kontrola dimenzija tanka tereta. Šestim poglavljem objašnjena je, te prikazana, aktivnost nadzora predmontaže tanka tereta te je u poglavlju 7 dan kratak zaključak.

SADRŽAJ

SAŽETAK	I
SADRŽAJ	II
POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA.....	V
1. UVOD	- 1 -
2. Prijevoz asfalta brodovima.....	- 2 -
2.1. Osnovne značajke asfalta	- 3 -
2.2. Značajke brodova za prijevoz asfalta	- 5 -
2.3. Značajke odabranog karakterističnog broda i njegova podjela na makroprostore	- 7 -
2.4. Podjela trupa broda na grupe i sekcije	- 11 -
3. Radionička tehnička i tehnološka dokumentacija predmontaže karakterističnog tanka tereta	- 17 -
3.1. Materijal za izradu tankova tereta	- 17 -
3.2. Tehnologija zavarivanja tankova tereta.....	- 18 -
3.3. Predmontaža tanka	- 19 -
4. Antikorozivna zaštita.....	- 29 -
5. Uranjeno opremanje tanka tereta	- 31 -
5.1. Toplinska izolacija tankova tereta	- 34 -
5.2. Kontrola dimenzija	- 37 -
6. Aktivnosti nadzora predmontaže tanka tereta.....	- 41 -
7. ZAKLJUČAK.....	- 45 -
Literatura	- 46 -

POPIS SLIKA

Slika 1. Proizvodnja asfalta u Europi u milijunima tona po godinama.....	- 2 -
Slika 2. Proizvodnja asfalta u milijunima tona po kontinentima u 2007. godini	- 3 -
Slika 3. Porinuće karakterističnog broda	- 7 -
Slika 4: Podijela broda na makroprostore	- 8 -
Slika 5. Uzdužni presjek broda	- 10 -
Slika 6. Presjek 2. platforme strojarne broda	- 10 -
Slika 7. „Eksplozija“ VT sekcija teretnog prostora.....	- 14 -
Slika 8. Podijela teretnog prostora.....	- 15 -
Slika 9. Presjek teretnog prostora.....	- 16 -
Slika 10. Presjek dna teretnog prostora.....	- 16 -
Slika 11. Izgled VT sekcije 3020.....	- 20 -
Slika 12. Raspored potklada.....	- 21 -
Slika 13. KP01 – dno tanka	- 21 -
Slika 14. KP12 i KP22 – uzdužna pregrada boka tanka	- 22 -
Slika 15. KP02 – pregrada tanka u simetrali broda.....	- 23 -
Slika 16. KP 14 i KP 24 – pregrada na rebru 72.....	- 24 -
Slika 17. Sklop S35	- 25 -
Slika 18. Raspored potklada za izradu KP15.....	- 25 -
Slika 19. KP 15 i KP 25 – pregrada na rebru 89.....	- 25 -
Slika 20. Raspored potklada za KP03	- 27 -
Slika 21. KP03 – krov tanka.....	- 27 -
Slika 22. Raspored potklada za montažu VT sekcije 3020	- 28 -
Slika 23. Konačni izgled VT sekcije 3020	- 28 -
Slika 24. Grijaći toranj.....	- 31 -
Slika 25. Privareni antirolling ključevi.....	- 32 -
Slika 26. Opremanje u VT sekciji.....	- 33 -
Slika 27. Primjer toplinske izolacije boka i dna tanka	- 34 -
Slika 28. Primjer toplinske izolacije boka i krova tanka.....	- 35 -
Slika 29. Postavljanje mineralne vune na boku tanka.....	- 35 -
Slika 30. Gotov tank prilikom montaže na navoz	- 36 -
Slika 31. Primjer realnog 3D modela	- 38 -
Slika 32. Primjer rezultata mjerenja 1/2	- 39 -

Slika 33. Primjer rezultata mjerenja 2/2	- 40 -
Slika 34. Provjera visine zavara.....	- 41 -
Slika 35. Provjera smaka lima	- 42 -
Slika 36. Kontrola oslanjanja kredom	- 43 -
Slika 37. Primjer potrebnog brušenja i navarivanja zavara	- 43 -
Slika 38. Deformacija jakog nosača dna.....	- 44 -
Slika 39. Ostatak zavrene uške	- 44 -

POPIS TABLICA

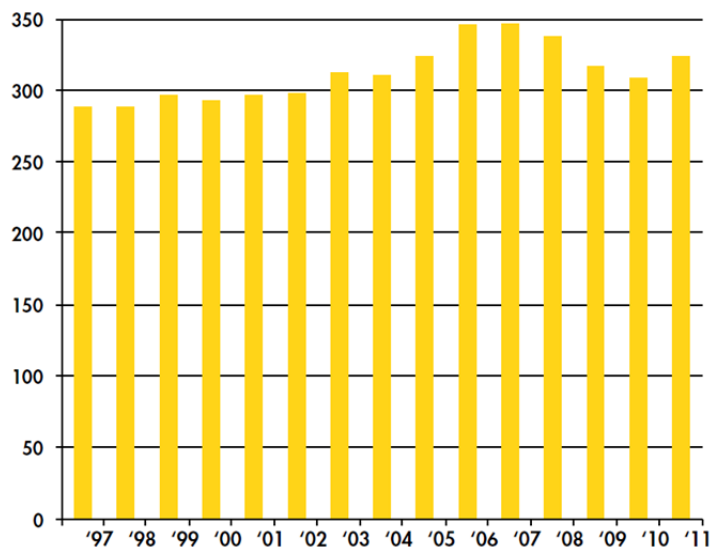
Tablica 1. Podjela broda na makroprostore	- 9 -
Tablica 2. Podjela teretnog prostora na grupe i sekcije	- 13 -
Tablica 3. Kemijski sastav AH32	- 18 -
Tablica 4. Tehnologija zavarivanja tankova tereta	- 18 -
Tablica 5. Sastav VT sekcije 3020.....	- 19 -
Tablica 6. Usporedba toplinske provodljivosti različitih toplinsko izolacijskih materijala....	- 36 -

1. UVOD

Brodarstvo je specifična prijevozna djelatnost čiji počeci sežu daleko u prošlost, do doba prvih civilizacija, a i prije. Naime, čim je čovjek počeo koristiti sredstva u prirodi i oblikovati ta sredstva prema svojim potrebama, mijenjajući pritom i samu prirodu, našao je način da prijeđe vodene prepreke ili da se njima koristi za vlastiti prijevoz. Dakle iz potrebe da se svlada određena prepreka nastaje prvo "prijevozno sredstvo" i prijevoz vodom/morem. Upravo ta potreba omogućila je prvi korak ka suvremenom prijevozu brodovima. Pojavom trgovine i potrebom sve većeg premještanja ljudi i roba i prijevoz brodovima se sve više razvija. Od debla, splavi, prvog čamca na vesla, jedra, pa sve do prvih parnih strojeva gradnja plovila usporedno napreduje s općim tehničko-tehnološkim napretkom čovječanstva. Brod i prijevoz njime više nije samo puka potreba za prelazak riječnih korita; prijevoz brodom postaje stup trgovine prvih civilizacija, postaje jedini put ka širenju civilizacija i otkrivanju novih područja, vojnih osvajanja itd. Već samim time brodarstvo izlazi iz one osnovne uvjetovanosti potrebom svladavanja vodenih površina i postaje djelatnost pod utjecajem brojnih drugih čimbenika. U suvremenom smislu, iako je ponajprije uvjetovan stanjem na tržištu broskog prostora, odnosno potrebom prijevoza robe, veoma je značajan društveno-politički utjecaj zemalja koje imaju ili žele imati jako brodarstvo. Ipak, posebno interesantno razdoblje razvoja je ono poslije Drugog svjetskog rata, prije svega zbog samog intenziteta razvoja. Takav su razvoj omogućile povećane potrebe čovječanstva nakon rata za svim vrstama roba i proizvoda te okretanje novim energentima, prije svega nafti, ali ostalim vrstama sirovina i proizvoda [1]. Među mnogim proizvodima, koji brodovi današnjice prevoze, je i asfalt. Asfalt je jedan od najosjetljivijih tereta koji se prevozi zbog činjenice da zbog lakšeg rukovanja, mora biti u tekućem stanju, a to se ostvaruje tako da se njegova temperatura konstantno održava na temperaturi oko 250 °C jer bi u protivnom stvrdnuo i rukovanje s njime bi bilo nemoguće.

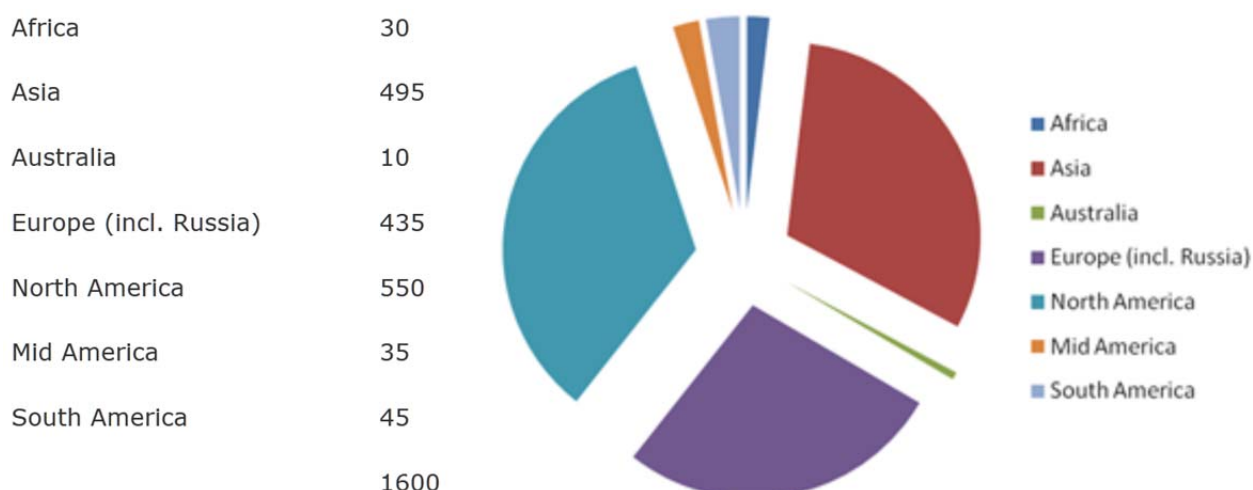
2. PRIJEVOZ ASFALTA BRODOVIMA

Asfalt je materijal modernog doba koji se najviše koristi za izgradnju cesta, te time čini ključnu ulogu u transportu, tj. ekonomiji svake moderne zemlje. Prema procjenama, ukupna godišnja ulaganja u izgradnju javnih prometnica, mostova i autocesta u Europi iznose 110 milijardi \$, dok u SAD-u iznose 80 milijardi \$, s time da u tu procjenu nisu uključena privatna ulaganja. Na slici 1 [2] može se vidjeti godišnja proizvodnja asfalta u Europi u milijunima tona po godinama.



Slika 1. Proizvodnja asfalta u Europi u milijunima tona po godinama [2]

Iz grafa se može primjetiti kako ni proizvodnju asfalta nije zaobišla svjetska gospodarska kriza te se vidi nagli pad proizvodnje asfalta u 2008. i 2009. godini no već u 2011. godini vidi se osjetno povećanje proizvodnje iz čega se sa sigurnošću može zaključiti da će se ona nastaviti povećavati kroz naredne godine te time će se isto tako i povećati i potreba za njegovim prijevozom, osobito između zemalja najvećih proizvođača asfalta i zemalja u razvoju koja imaju potrebu za asfaltom ali nemaju izgrađenu infrastrukturu za njegovu proizvodnju pa ga moraju uvoziti. Na slici 2 [3], na kojoj je prikazana proizvodnja asfalta u milijunima tona po kontinentima, jasno je vidljivo da SAD, Europa i Kina spadaju u glavne proizvođače dok Srednja i Južna Amerika skupa sa Australijom i Afrikom spadaju u potencijalne velike uvoznike asfalta. Zbog te činjenice, prijevoz asfalta brodom postaje sve važniji za mnogo zemalja svijeta ali isto tako i za samu svjetsku ekonomiju.



Slika 2. Proizvodnja asfalta u milijunima tona po kontinentima u 2007. godini [3]

2.1. Osnovne značajke asfalta

Asfalt, kao materijal, je crna ili tamnosmeđa, čvrsta ili polučvrsta amorfna masa. U svojoj osnovi, asfalt je mješavina mineralnih tvari i bitumena kao vezivnog sredstva koji s obzirom na sastav smjese može zauzimati različit količinski udio. Također, ovisno o temperaturi, asfalt može biti mekan, ljepljiv ili čak tekuć. [4]

Moguće ga pronaći u prirodi ili ga se može proizvesti.

Prirodni asfalt je nastao u dubljim slojevima Zemijine kore i to oksidacijom i polimerizacijom ostataka nakon isparavanja lakših frakcija nafte i njihovim miješanjem s mineralnim česticama ili prodorom ostataka u stijene. Takve asfaltne stijene još se nazivaju bituminozni vapnenci ili bitumen. Bitumen je inače općeniti naziv za prirodnu, crno obojenu krutinu koja također može poprimiti polukruto ili viskozno stanje. Sastoji se pretežno od ugljikovodika. Pod prirodne bitumene ubrajaju se: zemni plin, nafta i asfalti. Ovisno o tome da li su slojevi u kojima nastaju nepropusni (kako bi se zadržali plinovi) ili su propusni i to na mjestima gdje plinovi nestanu, te ostanu samo tekuća faza (nafta). Ako zbog propusnosti, ostanu samo teže komponente, govori se o gustim, rastezljivim asfaltnim bitumenima.

Umjetno dobiven ili proizveden asfalt, danas je u tehnici rašireniji u upotrebi nego prirodni jer se njegovom proizvodnjom može kontrolirati sastav i karakteristike. Dobiva se miješanjem mineralnog materijala s asfaltnim bitumenom, odnosno s petrolejskim asfaltom koji se proizvodi od ostataka pri destilaciji nafte.

Svojstva i karakteristike asfalta stvorile su široke mogućnosti za njegovu primjenu. Danas se preko 75% od ukupne proizvodnje asfalta koristi za izgradnju cesta, ali se koristi i kao izolacijski materijal. Asfalt može biti odvojen od drugih komponenti u sirovoj nafti (nafta, benzin, diesel) procesom frakcijske destilacije i to uobičajeno u vakuumskim uvjetima. Kvalitetnije odvajanje može biti ostvareno daljnjim procesiranjem teških frakcija sirove nafte. Uobičajeno, asfalt se pohranjuje i transportira na temperaturama od oko 150° C. Ponekad se pribjegava dodavanju dizela ili kerozina, i to neposredno prije otpremanja, kako bi se zadržalo tekuće stanje, a nakon dostavljanja, lakši materijali se odvajaju iz mješavine.

Radna svojstva asfalta mogu se poboljšati upotrebom raznih tehnika modifikacije ili izmjene. Pritom se misli na dodavanje raznih modifikatora, kao što su polybutadien, u formi mrvljene gume iz već istrošenih guma, koje nakon dodavanja očvršćuju asfalt.

Široka upotreba asfalta temelji se na vezivnim svojstvima i vodonepropusnosti. Asfalt se sastoji od zasićene i nezasićene alifatične i aromatične komponente. Sastavljen je od najviše do 150 atoma ugljika (C) koji čine oko 80% težinskog udjela i manji dio čine kisik (O), dušik (N) i sumpor (S).

Asfalt posjeduje jedinstvenu mrežu polimernog tipa koji, iako nije polimer u strogoj značenju te riječi, je termoplastičan materijal koji omekša ukoliko je zagrijan i otvrdne ukoliko ga se hladi. Unutar određenog temperaturnog raspona, asfalt je visko-elastičan što znači da pokazuje mehaničke značajke viskoznog tečenja i elastične deformacije.

Asfalt također gubi svojstvo plastičnosti kada osnovni sastojci oksidiraju, pa iz tog razloga otvrdnjuje, te puca i mrvi se. Taj proces se naziva "*starenje*". Vлага iz kiše može također oštetiti asfalt, naročito star ili oksidiran asfalt, koji ima veliki broj sastojaka koji su hidrofilni, tj. privlače molekule vode. Gotovo sve vrste asfalta u današnje doba se dobivaju kao zadnja frakcija u rafiniranju naftnih derivata, kao što su benzin, kerozin i druge frakcije koje su uklonjene iz sirove nafte.

Vrste asfalta:

Različite vrste valjanog asfalta mogu se razlikovati ovisno o procesu koji se koristi za njegovo dobivanje, pa se tako mogu izdvojiti sljedeće vrste:

- **Vruće miješani asfalt (HMAC - Hot mix asphalt concrete)**

Toplo miješani asfalt se proizvodi na 160°C. Tako visoka temperatura služi da se smanji viskoznost i udio vlage za vrijeme procesa proizvodnje, što rezultira vrlo otpornim materijalom, koji se najčešće koristi za autoceste i avionske piste.

- **Toplo miješani asfalt (WMAC - Warm mix asphalt concrete)**

Ovakva vrsta asfalta smanjuje temperaturu potrebnu za proizvodnju, tako što se dodaje asfaltna emulzija ili vosak, što u procesu proizvodnje koristi radnicima koji se nalaze u hladnijoj okolini, te rezultira manjom potrošnjom fosilnih goriva.

- **Hladno miješani asfalt (CMAC - Cold mix asphalt concrete)**

Hladno miješani asfalt se proizvodi emulzijom asfalta u vodi, što prethodi miješanju s agregatima, tj. s osnovnim komponentama. Dok je u stanju emulzije, asfalt je manje viskozan i mješavina je pogodna za rad, zato jer je jednoličnija. Emulzija nestaje nakon što dovoljno vode ishlapi, pa će hladna mješavina preuzeti svojstva ohlađenog vrućeg asfalta. Međutim, ovako proizveden asfalt nije ni približno izdržljiv kao što je to vrući ili topli asfalt.

- **Mastični asfalt (MA - Mastic asphalt)**

To je tip asfalta koji ima manji udio sadržaja bitumena i to oko 10% od ukupne mješavine. Još jedna vrsta asfalta koja je sve popularnija u upotrebi je kameno mastični asfalt ili SMA (stone mastic asphalt), koji ima prednosti u dugotrajnijoj izdržljivosti naspram alternativnih asfalta korištenih za pokrov površina. Još se koristi i za izgradnju cesta, kao i za pokrove krovova stambenih objekata. Njegove dobre karakteristike su protuklizne značajke, kao i nepostojanje zračnih džepova, ali ukoliko se nepravilno postavlja, moguće je da podloga lakše proklizava.

2.2. Značajke brodova za prijevoz asfalta

Upravo zbog kompleksnosti prijevoza asfalta on se nemože prevoziti regularnim brodovima poput bulk carriera već se mora prevoziti specijalnim brodovima koji su opremljeni odgovarajućom opremom te je njihova struktura specifičnih karakteristika. Takvi brodovi se zovu brodovima za prijevoz asfalta.

Na engleskom jeziku zovu se „Asphalt/Bitumen Carriers“ iz razloga što mogu prevoziti i asfalt i bitumen zato što je njihov ukrcaj, transport, održavanje i iskrcaj

potpuno identičan no njihova je razlika velika. Na engleskom jeziku riječi „Asphalt“ i „Bitumen“ generalno se poistovjećuju dok na hrvatskom jeziku riječ „Asfalt“ ima nedvosmisleno značenje te podrazumijeva mješavinu mineralnih tvari i bitumena kao vezivnog sredstva. Sam bitumen se dobiva destilacijom sirove nafte te se pojavljuje kao najdonja frakcija. Ujedno je i najteži te ima jedno od najviših vrelišta. Dakle, bitumen je jedan od sastavnih dijelova asfalta, ali ne i jedini pa je pogrešno asfalt poistovjećivati s bitumenom. U daljnjem tekstu, pod terminom „asphalt carriers“ podrazumijevat će se „brodovi za prijevoz asfalta“.

Obilježja asphalt carriera je da su dizajnirani tako da imaju tzv. „plutajuće tankove“ tj. „nestrukturne tankove“, što znači da tankovi tereta ne čine dio strukture broda nego su od nje odvojeni zbog širenja čelika pri visokim temperaturama koje u slučaju asphalt carriera iznose i do 260 ° C. Budući da su tankovi odvojeni od strukture onda su i njihova gibanja u odnosu na brod različita te zbog toga moraju sadržavat posebne „strukturne ključeve“ koji sprječavaju slobodno gibanje tankova. „Ključevi“ su specijalni strukturni elementi koji se sastoje od 2 dijela. Jedan dio strukture ključa je izveden na samom tanku tereta a drugi se nalazi na strukturi broda. Ugrađuju se 3 vrste ključeva: antirolling (protuljuljni ključevi), antipitching (protuposrtajni ključevi) te antifloating (protunaplavni ključevi). Također, budući da je temperatura tankova visoka, na mjestima gdje se dodiruju tank i struktura broda (na mjestima ključeva i oslonci tanka na dno) postavljene su specijalne feroform ploče koje sprječavaju prijenos topline sa tanka na strukturu broda. Ujedno, tankovi su toplinski izolirani kako bi se smanjili gubici topline te spriječio prijenos topline s tanka na brod. Prosječna nosivost asphalt carriera je između 1000 - 6000 DWT.

U svijetu trenutno plovi 94 asfalt carriera što čino oko 0.2% svjetske trgovačke flote [5]. Uz podatak da je prosječna starost tih brodova 19.1 godina te da svjetsko gospodarstvo ima sve veću potrebu za prijevozom asfalta lako se zaključuje i da će se i narudžbe asfalt carriera povećati.

Prema dostupnim podacima iz medija u 2010. godini, vrijednost jednog novo izgrađenog asfalt carriera duljine 130 metara te nosivosti 15000 DWT je 30 milijuna dolara. No iz malo prije postavljene pretpostavke da će svjetska ekonomija tražiti sve više transport asfalta i dimenzije asphalt carriera rastu a time i kompleksnost i njihova cijena na tržištu.

2.3. Značajke odabranog karakterističnog broda i njegova podjela na makroprostore

Trenutno se u jednom od hrvatskih brodogradilišta gradi 3 asphalt carriera dok je još jedan nedavno predan brodovlasniku. U trenutku ugovaranja posla oni su bili najveći asphalt carrieri na svijetu. Ti brodovi su osim prijevozu asfalta namjenjeni i prijevozu kemikalija, nafte i nafnih derivata. Odabrani karakteristični brod može se vidjeti na slici 3.



Slika 3. Porinuće karakterističnog broda

Glavne karakteristike odabranog broda:

L_{OA} (udaljenost preko svega).....=133,30 [m]

L_{BP} (udaljenost između okomica)...=128,20 [m]

B (širina).....=23,00 [m]

D (visina).....=12,40 [m]

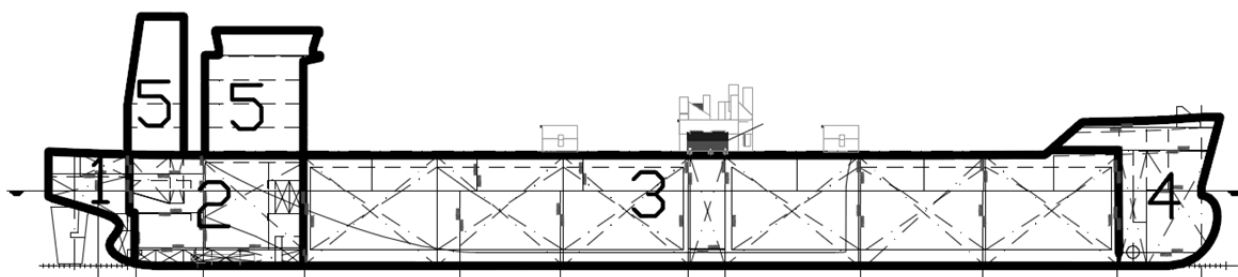
T (gaz).....=8,50 [m]

DWT (nosivost).....=15000

GLAVNI MOTOR (diesel motor)....="3 MAJ – WARTSILA" 6RT- flex 35,
4500 kW/144 okr./min

BRZINA.....=13,60 čv.

Broj je podijeljen na 5 makroprostora koji se mogu vidjeti na slici 4.



Slika 4: Podijela broda na makroprostore

Osnovne značajke pojedinog makroprostora su:

Krmeni pik (1)- to je dio broda koji obuhvaća prostor do pregrade krmenog pika, odnosno krmene pregrade, izveden je zrcalno a sačinjavaju ga:

- krmeni pik (prostor balasta),
- prostorija kormilarskog uređaja,
- gornja paluba s opremom.
- razmak rebara je 600 mm

Strojarnica (2)- nalazi se između pregrade krmenog pika i pramčane pregrade strojarnice te sadrži:

- Dvodno visine 1730 mm; sadrži strukturu rebrenica na svakom rebru čiji je razmak 800 mm te uzdužne nosače.
- Tankove vode i ulja za podmazivanje koji su međusobno odvojeni koferdamima.
- Struktura strojarnice sadrži dvije platforme te pripadajući dio gornje palube.
- U području bunkera izvedena je dupla oplata.

Teretni prostor (3)- nalazi se između pramčane pregrade strojarnice i pregrade pramčanog pika koje su ravne, vertikalno ukrepljene sa strukturom izvan teretnog prostora.

- Sastoji se od dva neovisna bloka tankova tereta smještenih u pramčani, odnosno krmeni dio teretnog prostora, te pumpne stanice i balastnog prostora koji se nalazi između pramčanog i krmenog dijela teretnog prostora.
- I pramčani i krmeni dio teretnog prostora imaju duplu oplatu/balastne tankove.
- Širina dvoboka u teretnom prostoru je 1250 mm. U području pumpne stanice balastni tankovi nalaze se u dvodnu i bočno, visina dvodna u ovom području je 1600 mm.

- Svaki neovisni blok tankova podijeljen je u 3 para tankova L/D uzdužnim i poprečnim pregradama, što čini ukupno 12 tankova tereta. Tankovi tereta izvedeni su od čelika povišene čvrstoće.
- Struktura se sastoji u rebara razmaka 800 mm te je svako 3. rebro rebrenica.

Pramčani pik (4)- taj dio broda obuhvaća slijedeće prostore:

- pramčani pik (prostor za balast),
- lančanik,
- prostorija pramčanog propelera,
- paluba kaštela,
- suhi prostor iznad pramčanog pika.
- razmak rebara je 600 mm

Nadgrađe (5)- kao poslovno-upravljački prostor je smješten na krmu broda, iznad strojarnice. Nadgrađe ima 4 palube i kormilarnicu. Predviđen je smještaj 18 osoba.

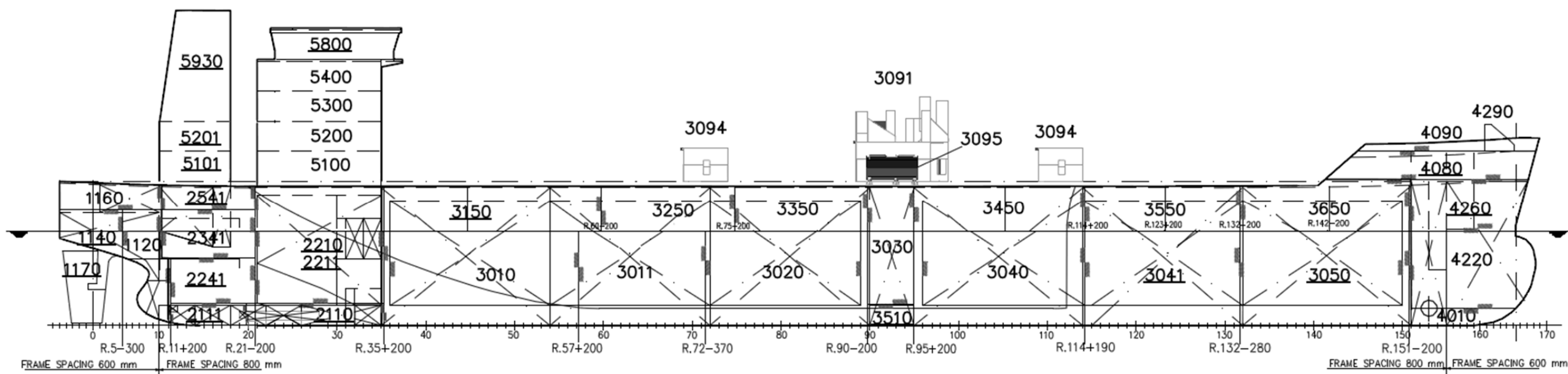
- Vanjske pregrade nadgrađa su ravne, vertikalno ukrepljene a unutarnje pregrade su vertikalno korugirane.

Radi lakšeg snalaženja, u tablici 1 prikazana je numerička raspodjela gore navedenih makroprostora, a prema oznakama makroprostora mogu se prepoznati grupe sekcija.

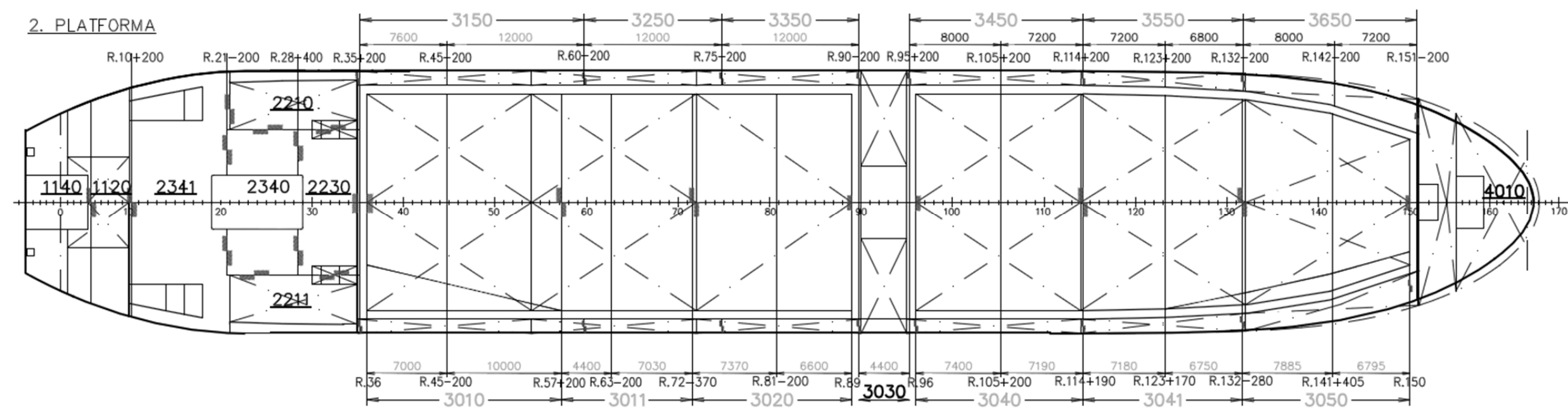
Tablica 1. Podjela broda na makroprostore

Makroprostor	Numerička oznaka
KRMA	1000
STROJARNICA	2000
TERETNI PROSTOR	3000
PRAMAC	4000
NADGRAĐE	5000

Također, raspodjela trupa na makroprostore u grupe prikazana je na slikama 5 i 6. Na slici 5 je prikazan uzdužni presjek broda dok je na slici 6 prikazan presjek broda na 2. platformi strojarnice



Slika 5. Uzdužni presjek broda



Slika 6. Presjek 2. platforme strojarnice broda

2.4. Podjela trupa broda na grupe i sekcije

Jedan od osnovnih kriterija podjele broda na grupe i sekcije su tehnološke mogućnosti i ograničenja brodogradilišta. Jedno od glavnih ograničenja hrvatskih brodogradilišta je što se sva crna metalurgija doprema vlakovima pa je zato maksimalna duljina i širina limova ograničena na 12x3 metara. Zatim, hrvatska brodogradilišta zbog malih nosivosti dizalica, montažu trupa izvode pomoću sekcija (dizalica najveće nosivosti u RH je 300 t). Također, budući da se brodogradilišta nalaze tik uz gradove ili na manjim otocima njihova je površina ograničena s nemogućnošću za proširenje. S vremenom tehnologija i zahtjevi za izgradnju broda su se postrožili npr. zahtjev proizvođača AKZ-a, da bi on dao atest za boju, je da se AKZ nanosi i suši u strogo kontroliranom zraku te je zbog toga bilo potrebno izgraditi hale za njihovu propisanu primjenu što je još više smanjilo slobodne površine u brodogradilištima a time i prometne puteve kojima se izrađene sekcije prevoze do navoza. K tome je još i veličina hala za AKZ i predmontažu ograničena. Iz svih tih razloga veličine sekcije su ograničene na određene maksimalne mase ili na maksimalne dimenzije ovisno u kako kojem brodogradilištu.

Kako svako brodogradilište ima svoja ograničenja tako i ima svoje nazive za sve elemente koji prolaze kroz proizvodnju. U brodogradilištu u kojem se gradi navedeni karakteristični brod koriste se slijedeće oznake i nazivi:

- „P“- označuje ukrepljeni panel
- „S“- označuje manje sklopove koji se ne izrađuju na panel liniji
- „KP“ dolazi od izraza „kompletirani panel“ te se referira na teorijski pojam dvodimezionalne sekcije tj. sklopa, te je identičan način izrade kao i u teoriji: prvo sklapanje panela na panel liniji zatim dodavanja jakih nosača. U ovom slučaju su to paneli P.
- „VT sekcija“- skraćenica je od izraza „velika trodimenzionalna sekcija“, te se referira na teoretsku uobičajenu trodimenzionalnu sekciju, tj. grupu. Sastoji se od više dvodimezionalnih sekcija, u ovom slučaju KP-ova, uglavnom se sastoji do 10 KP-ova. Po potrebi se dodaju manji sklopovi tj. S-ovi.

U daljnjem tekstu će se koristiti gore navedeni izrazi.

Radi lakše organizacije te praćenja proizvodnje sve grupe sekcija se označuju četvroznamenkastim brojem, prvi broj, kao što je u tablici 1 prikazano, označuje makroprostor. Tako grupe teretnog prostora imaju za prvi broj 3 a ostali se dodjeljuju prema predviđenom smještaju na trupu broda.

Slijedeća oznaka dodjeljuje se prema položaju po duljini broda. Ona grupa sekcija u makroprostoru tanka tereta koja se nalazi najbliže krmu dobiva oznaku 1 a idući prema pramcu grupe dobivaju sve „veće“ oznake.

Nadalje, 3. znamenku, oznake grupe sekcija dodjeljuje se na temelju visine. Prema slijedećem rasporedu dodjeljuju se slijedeći brojevi:

- 1 - odnosi se na dvodno
- 5 - odnosi se na dvobok
- 8 - odnosi se na izloženu palubu
- 9 - odnosi se na palubne kućice

Zadnja znamenka, 4., je nula osim u slučaju palubnih kućica. Naime, budući da palubnih kućica ima malo onda ih se lakše razlikuje prema 4. znamenci.

Izuzetak od gore navedenog brojčanog označavanja grupa imaju tankovi tereta iz razloga što su oni zasebna cjelina, tj. odvojeni su od strukture broda, jedino čine isti makroprostor pa je prva znamenka 3, druga je nula a ostale dvije daju se po duljini. To su: 3010,3011,3020 – krmena grupa teretnog prostora, 3030 – pumpna stanica a 3040,3041 i 3050 su pramčana grupa teretnog prostora.

„Eksplodiju“ svi grupa teretnog prostora moguće je vidjeti na slici 7 dok je njihov popis, naziv, broj sekcija, duljina te broj komada moguće vidjeti u tablici 2.

Budući da je tema završnog rada predmontaža tanka tereta, nadalje će se sva poglavlja koncipirati na tu temu pa iz tog razloga je i ova podjela na grupe izvršena samo za teretni prostor dok će se daljnja poglavlja odnositi isključivo na tankove tereta.

Teretni prostor broda podjeljen je u slijedeće grupe i sekcije:

Tablica 2. Podjela teretnog prostora na grupe i sekcije

GRUPA	NAZIV	SEKCIJA	DUŽINA [mm]	BROJ KOMADA
3110	Dno	VT01	7600	1
3210	Dno	VT01	12000	1
3310	Dno	VT01	12000	1
3410	Dno	VT01	12000	1
3510	Dvodno	VT01	4400	1
3610	Dno	VT01	12000	1
3710	Dno	VT01	12000	1
3810	Dno	VT01	12000	1
3910	Dno	VT01	8400	1
3010	Tank tereta	VT01	17000	1
3011	Tank tereta	VT01	11430	1
3020	Tank tereta	VT01	13970	1
3030	Pumpna stanica	VT01	4400	1
3040	Tank tereta	VT01	14590	1
3041	Tank tereta	VT01	13930	1
3050	Tank tereta	VT01	14680	1
3150	Dvobok	VT11,21,VT12,22	7600/12000	4
3250	Dvobok	VT11,21	12000	2
3350	Dvobok	VT11,21	12000	2
3450	Dvobok	VT11,21,VT12,22	8000/7200	4
3550	Dvobok	VT11,21,VT12,22	7200/6800	4
3650	Dvobok	VT11,21,VT12,22	8000/7200	1
3180	Gornja paluba	VT01	7600	1
3280	Gornja paluba	VT01	12000	1
3380	Gornja paluba	VT01	12000	1
3480	Gornja paluba	VT01	12000	1
3580	Gornja paluba	VT01	4400	1
3680	Gornja paluba	VT01	12000	1
3780	Gornja paluba	VT01	12000	1
3880	Gornja paluba	VT01	12000	1
3980	Gornja paluba	VT01	12000	1



Teretni prostor se može podijeliti na dvije različite strukturne cjeline zbog toga što je tank tereta zasebna cjelina odvojena od strukture broda. Te cjeline su:

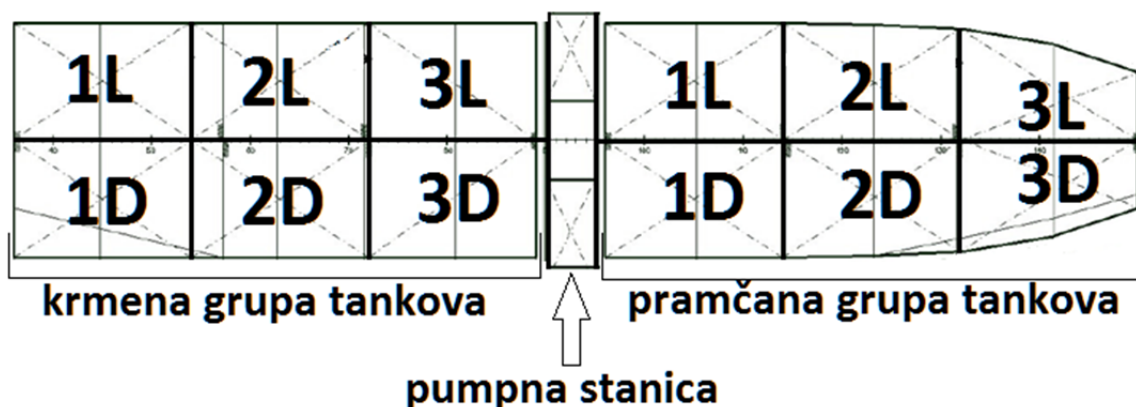
- Struktura teretnog prostora broda
- Nestrukturni tankovi tereta

Osim na strukturnu podjelu tank tereta se može podijeliti na logične cjeline a to su:

- Krmena grupa tankova tereta – podijeljena je po duljini u 3 dijela te je svaki od ta 3 dijela podijeljen uzdužnom pregradom na lijevi i desni dio te to ukupno čini 6 tankova u krmenoj grupi tankova.
- Pumpna stanica – nalazi se između krmene i pramčane grupe tankova te su u njoj smještene sve pumpe potrebne za transport tereta.
- Pramčana grupa tankova tereta – podijeljena je istom logikom kao i krmena grupa tankova tereta – tj. podijeljena je na 6 tankova.

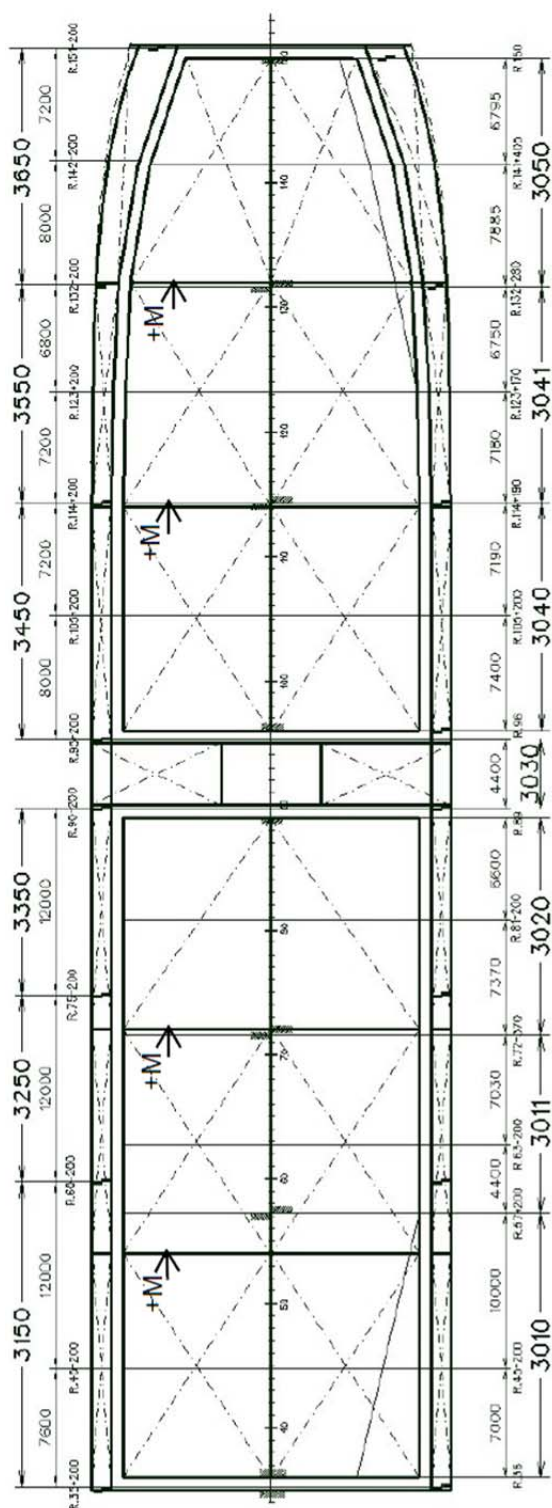
Grafički prikaz njihove podjele moguće je vidjeti na slici 8.

Potrebno je napomenuti da VT sekcije 3010 – VT01, 3020 – VT01, 3040 – VT01, 3050 – VT01 na krajevima blokova tankova tereta sadrže poprečne pregrade, dok su sekcije koje se nalaze u srednjem dijelu, 3011 – VT01 i 3041 – VT01, otvorene odnosno nemaju poprečnih pregrada. Njihovu raspodjelu moguće je vidjeti na slici 8 dok je njihov presjek tereta te njihovog dna moguće vidjeti na slikama 9 i 10.

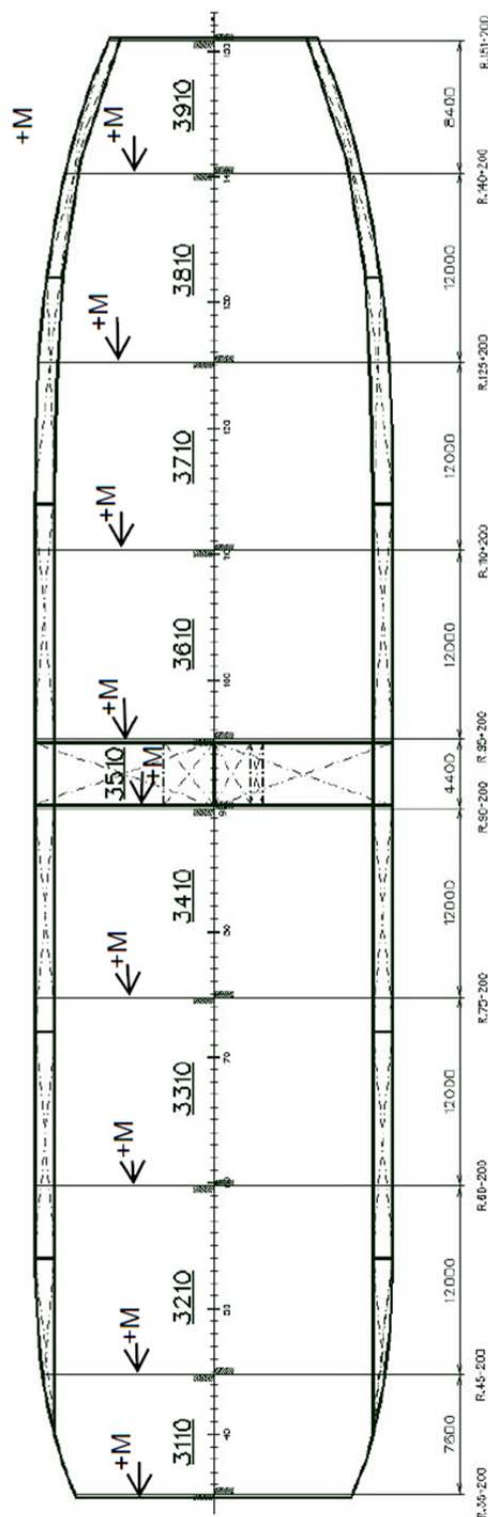


Slika 8. Podijela teretnog prostora

Presjek teretnog prostora izgleda ovako:



Slika 9. Presjek teretnog prostora



Slika 10. Presjek dna teretnog prostora

3. RADIONIČKA TEHNIČKA I TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA PREDMONTAŽE KARAKTERISTIČNOG TANKA TERETA

VT sekcije tankova tereta izrađuju se od kompletiranih panela, sklopova i podsklopova prema sastavu sekcija i radioničkoj dokumentaciji.

KP-ovi tankova mogu se izrađivati na ravnoj platformi ili na liniji za izradu panela, osim sekcija krova tanka koji se izrađuje na kolijevci.

KP-ovi se također opremaju elementima koji se zavaruju na strukturu (potkonstrukcija izolacije na krovu tanka, žica za postavljanje izolacije, nosači cjevovoda i sl.). Tako izrađene dvodimenzionalne sekcije se bojaju u hali za AKZ prije formiranja VT sekcije.

Redoslijed aktivnosti :

- Izrada KP-ova i njihovo opremanje,
- Korozijska zaštita navedenih sekcija u hali za bojenje,
- Formiranje VT sekcije od opremljenih i obojenih sekcija,
- Opremanje VT sekcije,
- Postavljanje uški za transport i montažu VT sekcije,
- Ispitivanje nepropusnosti prema planu tlačenja,
- Korozijska zaštita spojeva i popravaka
- Postavljanje izolacije na VT sekciju tanka.

3.1. Materijal za izradu tankova tereta

Tankovi tereta se izvode od čelika povišene čvrstoće točnije od čelika AH32.

Sama izrada tog čelika se sastoji od početnog valjanja na temperaturi između 1300°C do 1050°C, čelik se prestaje dalje valjati dok mu temperatura ne padne do oko 1000°C ili nešto niže, a onda se završno valja do oko 800°C. Rezultat toga je vrlo sitna ali usmjerena struktura čelika. Ako se nije kontrolirano valjalo do dovoljno niske temperature mikro struktura se može popraviti normalizacijskim žarenjem.

Općenito, kod zavarivanja čelika povišene čvrstoće može se očekivati jači pad žilavosti u zoni utjecaja topline zbog pogrubljenja zrna i brzog hlađenja. Zato je potrebno smanjiti unos topline te se zbog toga za ove čelike propisuje temperatura predgrijavanja kako bi se izbjegle hladne pukotine, te k tome unos topline mora biti optimalan. Važno je napomenuti da se nemogu zavarivati limovi deblji od 50mm.

Standardizirana oznaka za čelik povišene čvrstoće s granicom razvlačenja $R_e = 315 \text{ N/mm}^2$ odnosno rasteznom čvrstoćom $R_m = 490-620 \text{ N/mm}^2$ je A32, no u nekim slučajevima može se uz oznaku klase koristiti i oznaka H. Kemijski sastav mu je prikazan tablicom 3:

Tablica 3. Kemijski sastav AH32

Kemijski element	%
C maks	0,18
Mn	0,90...1,60
Si maks	0,10...0,50
P maks	0,040
S maks	0,040
Ti maks	0,02
Cu maks	0,35
Cr maks	0,20
Ni maks	0,40
Mo maks	0,08
Al (ukupno) min	0,020
Nb	0,02...0,05
V	0,05...0,10
(Al+Nb+V+Ti) maks	0,12

Prilikom izrade AH32 predviđeno je pored smirivanja i usitnjenje zrna. Za to je potrebno pored legiranja s Al, te dodatno «mikrolegiranje» s: V, Nb i Ti.

3.2. Tehnologija zavarivanja tankova tereta

U tablici 4 navedeni su postupci i položaji zavarivanja te specifikacija dodatnog i osnovnog materijala:

Tablica 4. Tehnologija zavarivanja tankova tereta

ZAVARIVANJE				
FAZA	POSTUPAK ZAVARIVANJA	POLOŽAJ ZAVARIVANJA	DODATNI MATERIJAL	OSNOVNI MATERIJAL
I,II	REL	1G/PA, 2G/PC 3G/PF, 4G/PE 2F/PB, 3F/PF, 4F/PD	EZ – 50B	A, B, D, AH 32
I,II		2F/PB 1G/PA 3F/PG	GONIA RR 180 EZ – 130 RESISTENS 160	A, B, D
I,II	MAG	1G/PA, 2G/PG, 3G/PF 2F/PB, 3F/PF i PG	OUTERSHIELD 71M-H	A, B, D, AH 32
I	EPP	1G/PA 2F/PB	Žica: L61 Prašak: LINCOLN 780 LINCOLN 860	A, B, D, AH 32

LEGENDA:

- REL - Ručno elektrolučno zavarivanje
 MAG - Poluautomatizirano zavarivanje u zaštiti aktivnog plina
 EPP - Automatizirano elektrolučno zavarivanje pod praškom
 1G/PA - Horizontalni sučeljeni zavar
 2G/PG - Horizontalni sučeljeni zavar na vertikalnoj stijeni
 3G/PF - Vertikalni sučeljeni zavar izveden odozdo prema gore
 4G/PE - Nadglavni sučeljeni zavar
 2F/PB - Horizontalni kutni zavar
 3F/PF - Vertikalni kutni zavar izveden odozdo prema gore
 3F/PG - Vertikalni kutni zavar izveden odozgo prema dolje
 4F/PD - Nadglavni kutni zavar
 A,B,D - Oznaka klase običnog brodograđevnog čelika
 AH36 - Oznaka klase čelika povišene čvrstoće

Naravno, postupak zavarivanja uz primjenu keramičke podloge je također zastupljen. Prilikom zavarivanja montažnog spoja na tankovima tereta, te zavarivanja vanjske oplata u području paralelnog srednjaka koristiti se vertomat.

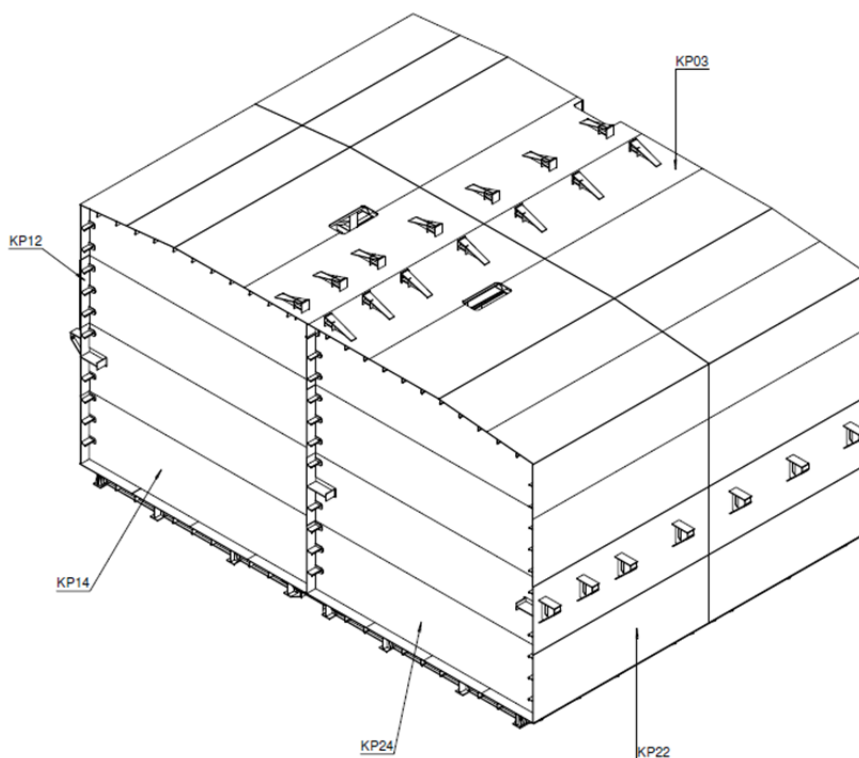
3.3. Predmontaža tanka

U ovom poglavlju obradit će se sastavljanje VT sekcije oznake 3020 čiji se izgled može vidjeti na slici 11 a njezin sastav se može očitati iz tablice 5.

Sama VT sekcija je širine 19050 mm i duljine 13970 mm.

Tablica 5. Sastav VT sekcije 3020

SEKCIJA	KP	DIMENZIJE [mm]	BROJ KOMADA
3020 – VT01	KP dna tanka(KP01)	19050 x 13970	1
	KP boka tanka (KP22 i KP12)	9450 x 13970	2
	KP pregrade u SB (KP02)	9820 x 13800	1
	KP pregrade ord.72(KP24 i KP14)	9500 x 9820	2
	KP pregrade ord.89(KP15 i KP25)	9500 x 9820	2
	KP krova tanka (KP03)	19050 x 13970	1



Slika 11. Izgled VT sekcije 3020

Svaki od tih KP-ova se sastoji od različitih elementa te će njihov popis bit naveden u daljnjem tekstu.

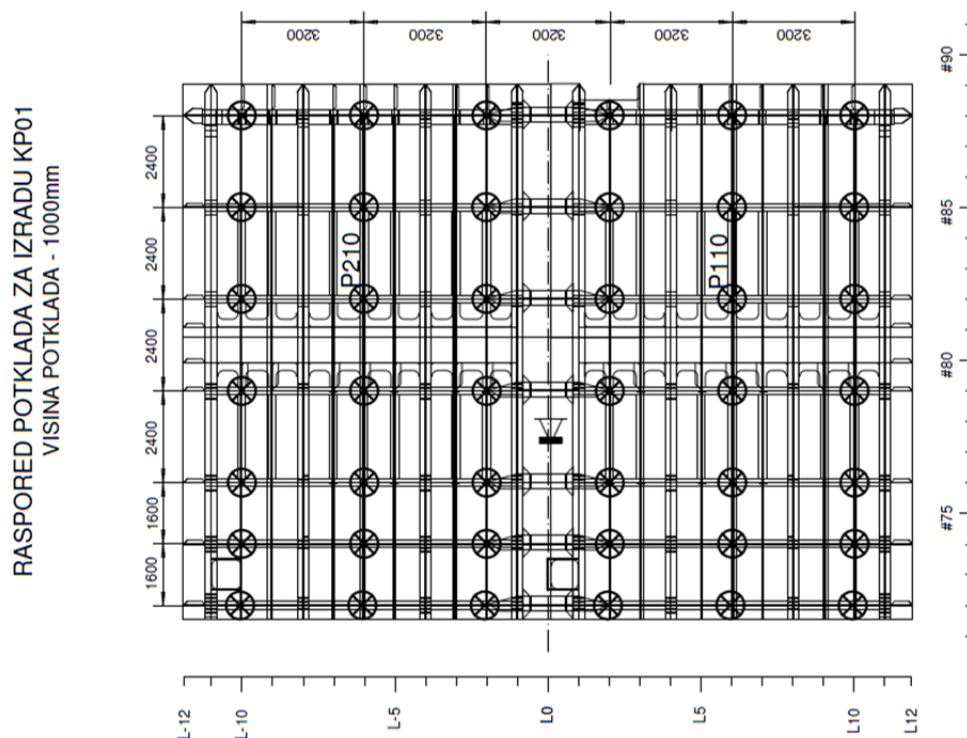
Isto tako sastavljanje VT sekcije se odvija u dvije različite faze, u prvoj fazi se sastavljaju KP-ovi a u drugoj fazi se KP-ovi sastavljaju u VT sekciju.

I FAZA

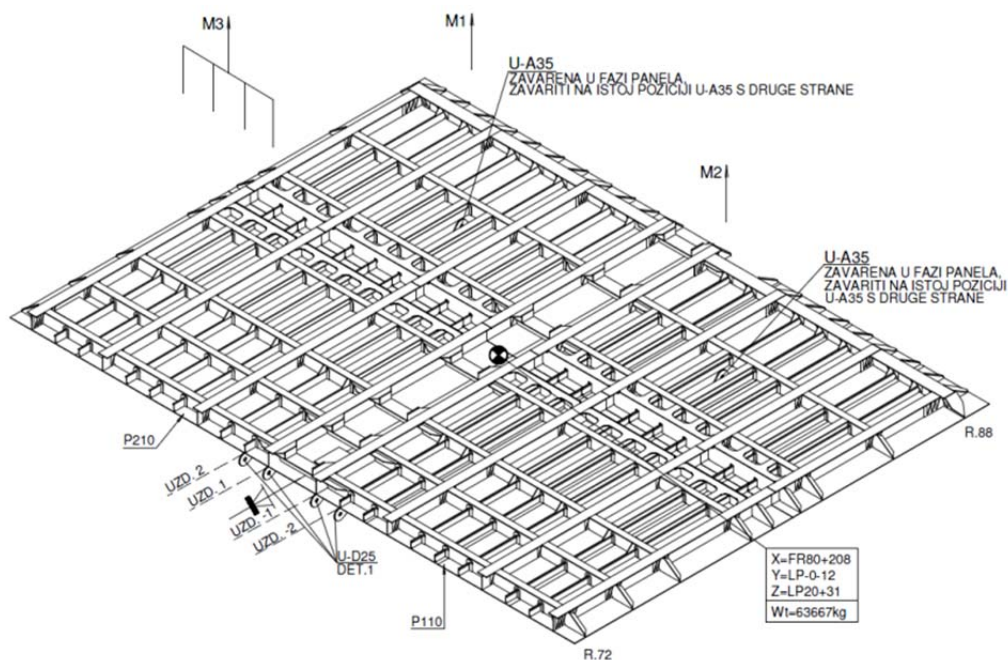
-Izrada KP dna tanka (KP01):

- Prvo se na nivelirane i raspoređene 42 potklade prema slici 12 postave i međusobno reguliraju te privaruju paneli P110 i P210.
- Paneli su izrađeni na panel liniji te je svaki od njih sastavljen od 8 limova debljine 12 mm koji su međusobno zavareni jednostranim zavarima izvedenim na bakrenoj podlozi, te se zatim na njih zavari 14 HP profila dimenzija 220x10mm. Vrsta materijala panela je AH 32 a dimezije svakog panela su 9575x13970 mm.
- Nakon što su paneli privareni, oni se zavaruju jednostranim zavarom pomoću keramičke trake, zatim se zavaruju podsklopovi okomitih T nosača izvedenih od traka i limova, a naposljetku se zavaruju jaki uzdužni nosači također izvedeni od traka i limova.
- Prema nacrtima se zavaruju koljena i ostali podsklopovi na to predviđena mjesta

- Zavarivanje se vrši od sredine prema krajevima prema slijedećem redoslijedu:
 1. Vertikalni sučeljeni zavar
 2. Vertikalni kutni zavar
 3. Horizontalni sučeljeni zavar
 4. Horizontalni kutni zavar



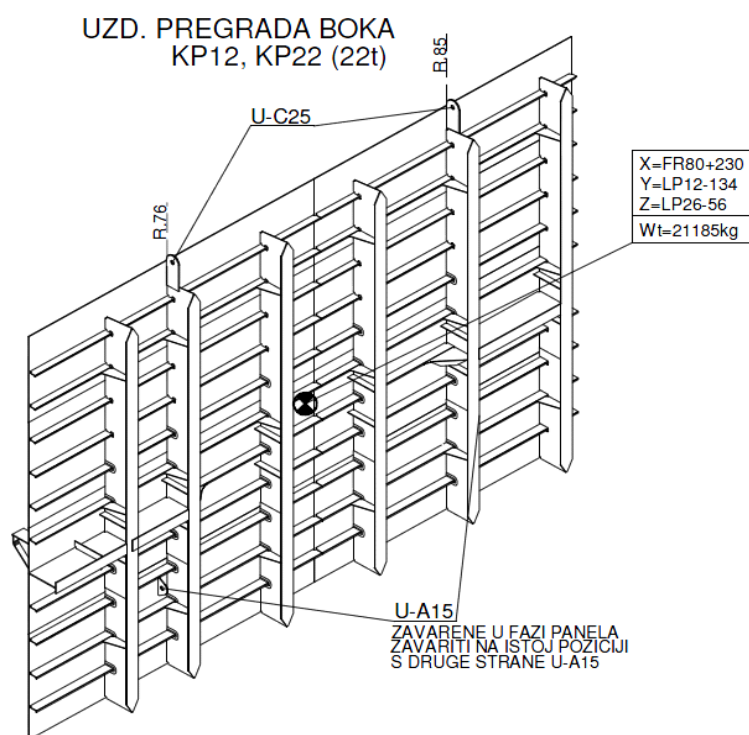
Slika 12. Raspored potklada



Slika 13. KP01 – dno tanka

-Izrada KP boka tanka (KP12 i KP22):

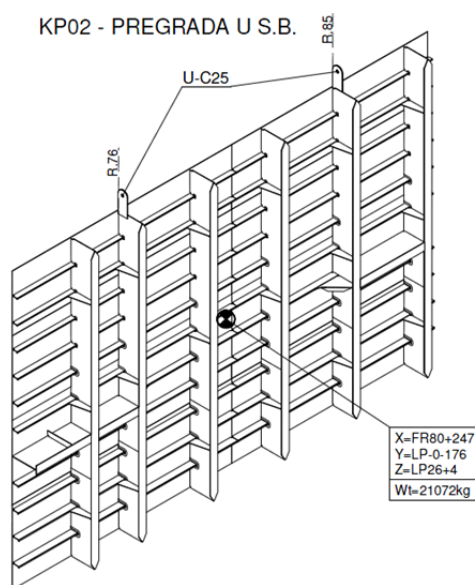
- Prvo se na panel liniji izrađuje sklop panela P120 za KP 12 ili P220 za KP22. Izrađuju se od 8 limova koji u parovima imaju slijedeće debljine: 10, 10.5, 11 i 12 mm. Međusobno su zavareni jednostranim zavarima izvedenim na bakrenoj podlozi, te se zatim na njih zavaruje 20 HP profila slijedećih dimenzija: 160x9, 160x10, 180x9, 200x9 i 200x10 mm. Vrsta čelika panela je AH 32 a gotove dimezije su im 9450 x 13970 mm.
- Zavaruju se podsklopovi okomitih T nosača izvedenih od traka i limova, a naposljetku se zavaruju jaki uzdužni nosači također izvedeni od traka i limova.
- Prema nacrtima se zavaruju koljena i ostali podsklopovi na to predviđena mjesta.
- KP12 i KP22 se okreću dizalicom te se na njih privaruju ključevi antifloatinga koji će se naknadno zavariti na navozu nakon montaže dvoboka.



Slika 14. KP12 i KP22 – uzdužna pregrada boka tanka

-Izrada KP pregrade u simetrali broda (KP02):

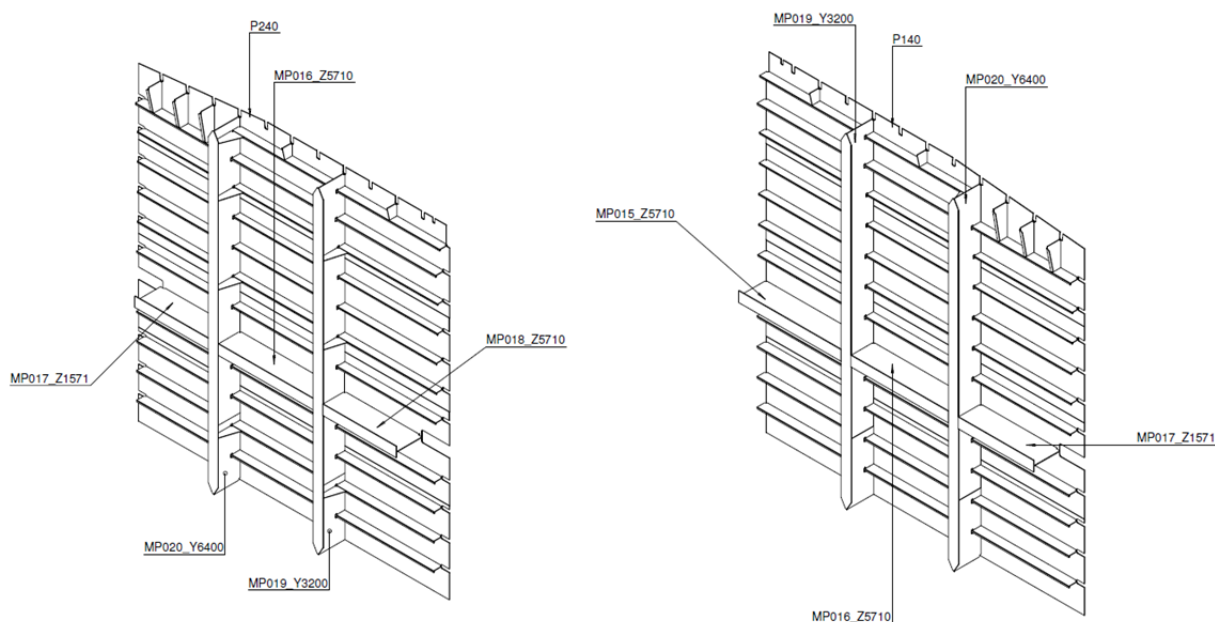
- Prvo se na panel liniji izrađuje sklop panela P020. Izrađuje se od 8 limova koji u parovima imaju slijedeće debljine: 10, 10.5, 11 i 12 mm. Međusobno su zavareni jednostranim zavarima izvedenim na bakrenoj podlozi, te se zatim na njih zavaruje 20 HP profila slijedećih dimenzija: 160x9, 160x10, 180x9, 200x9 i 200x10 mm. Vrsta čelika panela i profila je AH 32 a njegove gotove dimezije su 9820 x 13800 mm
- Zavaruju se podsklopovi okomitih T nosača izvedenih od traka i limova, a naposljetku se zavaruju jaki uzdužnih nosači također izvedeni od traka i limova.
- Prema nacrtima se zavaruju koljena i ostali podsklopovi na to predviđena mjesta.



Slika 15. KP02 – pregrada tanka u simetrali broda

-Izrada KP pregrade na rebru 72 (KP24 i KP14):

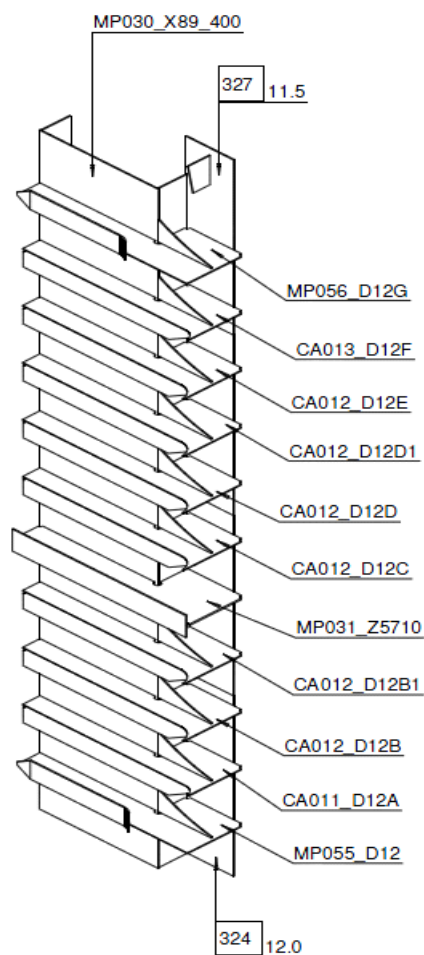
- Prvo se na panel liniji izrađuje sklop panela P140 za KP 14 ili P240 za KP24. Izrađuju se od 4 lima od kojih su 3 debljine 11.5mm i jedan 12mm. Međusobno se zavareni jednostranim zavarima izvedenim na bakrenoj podlozi, te se zatim na njih zavaruje 11 HP profila slijedećih dimenzija: 200x10, 220x10, 240x10, 260x10 i 260x12 mm. Vrsta čelika panela i profila je AH 32 a njegove gotove dimezije su 9500 x 9820mm
- Zavaruju se podsklopovi okomitih T nosača izvedenih od traka i limova, a naposljetku se zavaruju jaki uzdužni nosači također izvedeni od traka i limova.
- Prema nacrtima se zavaruju koljena i ostali podsklopovi na to predviđena mjesta.



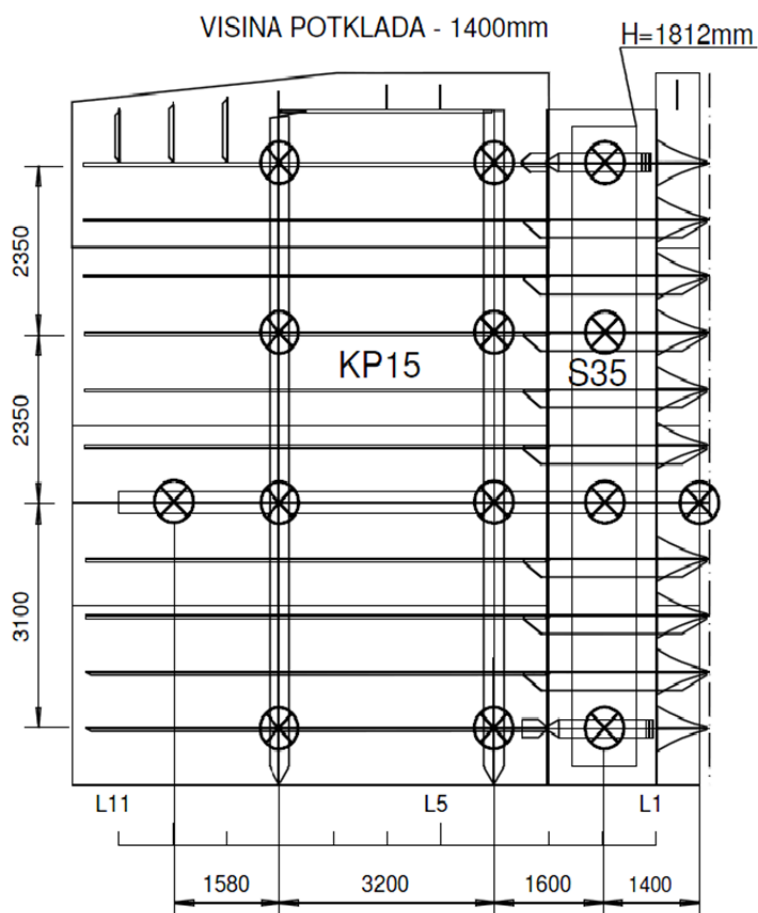
Slika 16. KP 14 i KP 24 – pregrada na rebru 72.

-Izrada KP pregrade na rebru 89 (KP15 i KP25):

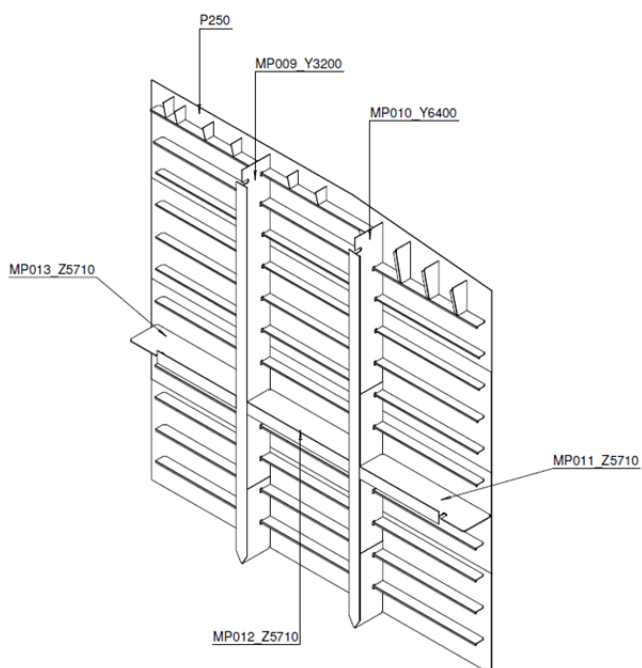
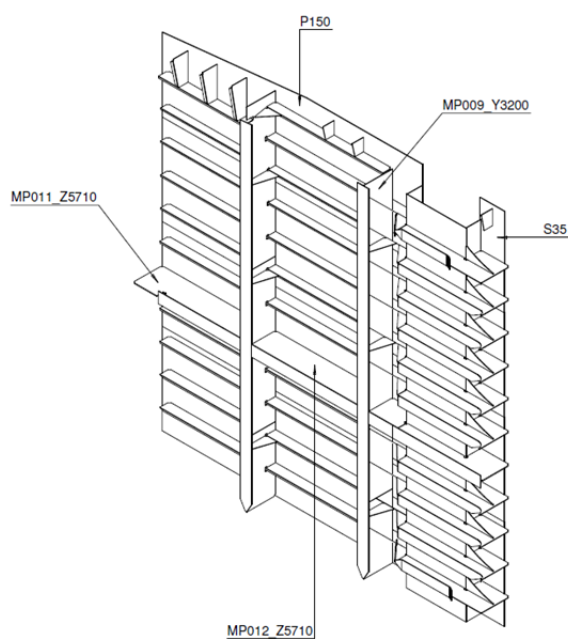
- Prvo se na panel liniji izrađuje sklop panela P150 za KP 15 ili P250 za KP25. Oba se izrađuju od 4 lima debljina 9.5, 10, 11.5 i 12 mm. Međusobno se zavaruju jednostranim zavarima izvedenim na bakrenoj podlozi, no na P150 se zavaruje 10 HP profila dok na P250 se zavaruje 11 HP profila. Na oba se zavaruju HP profili slijedećih dimenzija: 200x10, 220x10, 240x10, 260x10 i 260x12 mm. Vrsta čelika panela i profila je AH 32 a njegove gotove dimezije su 9500 x 9820mm.
- Zavaruju se podsklopovi okomitih T nosača izvedenih od traka i limova, a naposljetku se zavaruju jaki uzdužni nosači također izvedeni od traka i limova.
- Prema nacrtima se zavaruju koljena i ostali podsklopovi na to predviđena mjesta.
- Na P150 se još dodatno zavaruje sklop S35 koji se izrađuje od 4 lima također debljina 9.5, 10, 11.5 i 12 mm. Sastoji se još od niza ukrepa i koljena. S35 se izrađuje na maloj predmontaži te je izrađen od čelika AH32.
- P150 i S35 se raspoređuju na 14 podklada, pozicioniraju, privaruju te zatim jednostrano zavaruju uz pomoć keramičke trake.



Slika 17. Sklop S35



Slika 18. Raspored potklada za izradu KP15



Slika 19. KP 15 i KP 25 – pregrada na rebu 89.

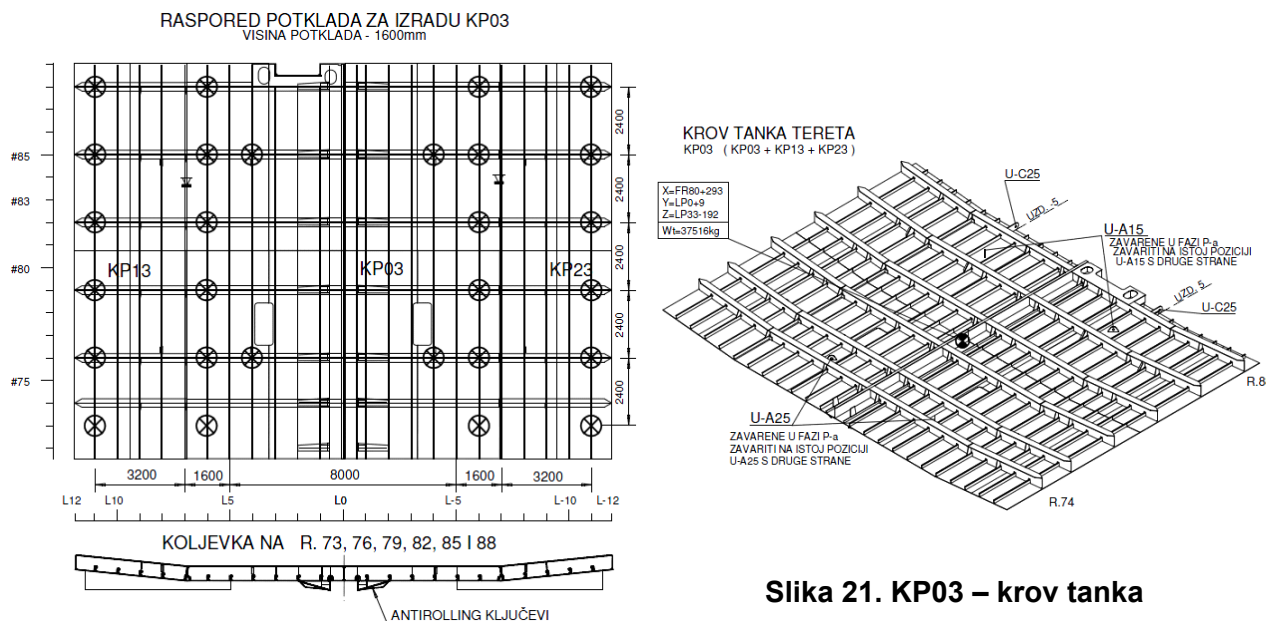
-Izrada KP krova tanka (KP03):

- Izrađuje se od 3 KP-a: centralnog KP03, te bočnih KP13 i KP23.
- KP03 se sastoji od panela P030 izrađenog od 8 limova debljine 10.5 mm. Međusobno su zavareni jednostranim zavarima izvedenim na bakrenoj podlozi, te se zatim na njih zavaruje 24 HP profila dimenzija 160x10 mm. Vrsta čelika panela i profila je AH 32. Zavaruju se podsklopovi okomitih T nosača izvedenih od traka i limova, a naposljetku se zavaruju jaki uzdužnih nosači također izvedeni od traka i limova.

Prema nacrtima se zavaruju koljena i ostali podsklopovi na to predviđena mjesta. Naposljetku, KP03 se okreće te se na njega privaruju ključevi antirollinga koji će biti zavareni na navozu nakon postavljanja sekcije palube.

- KP13 se sastoji od sklopa panela 130 dok se KP23 sastoji od sklopa panela P230. Svaki od njih se sastoji od 4 lima debljine 10.5 mm. Vrsta čelika panela i profila je AH32. Međusobno su zavareni jednostranim zavarima izvedenim na bakrenoj podlozi, te se zatim na njih zavaruje 8 HP profila dimenzija 160x10 mm. Zavaruju se podsklopovi okomitih T nosača izvedenih od traka i limova, a naposljetku se zavaruju jaki uzdužnih nosači također izvedeni od traka i limova. Prema nacrtima se zavaruju koljena i ostali podsklopovi na to predviđena mjesta.
- Na kraju, sva tri KP-a se postavljaju na 28 podklada koljevk (prema slici 20) koja je postavljena tako da ne smeta antirolling ključevima.
- KP-ovi se pozicioniraju, privaruju te uz pomoć keramičke trake jednostrano zavaruju prema sljedećem rasporedu:

1. Vertikalni sučeljeni zavar
2. Horizontalni sučeljeni zavar
3. Horizontalni kutni zavar

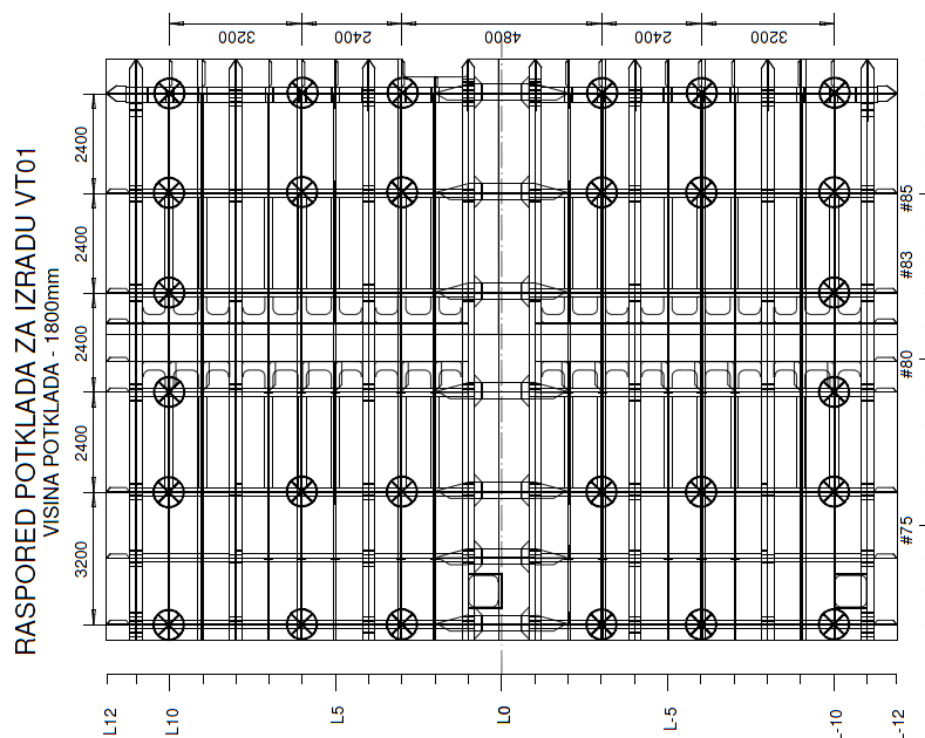


Slika 20. Raspored potklada za KP03

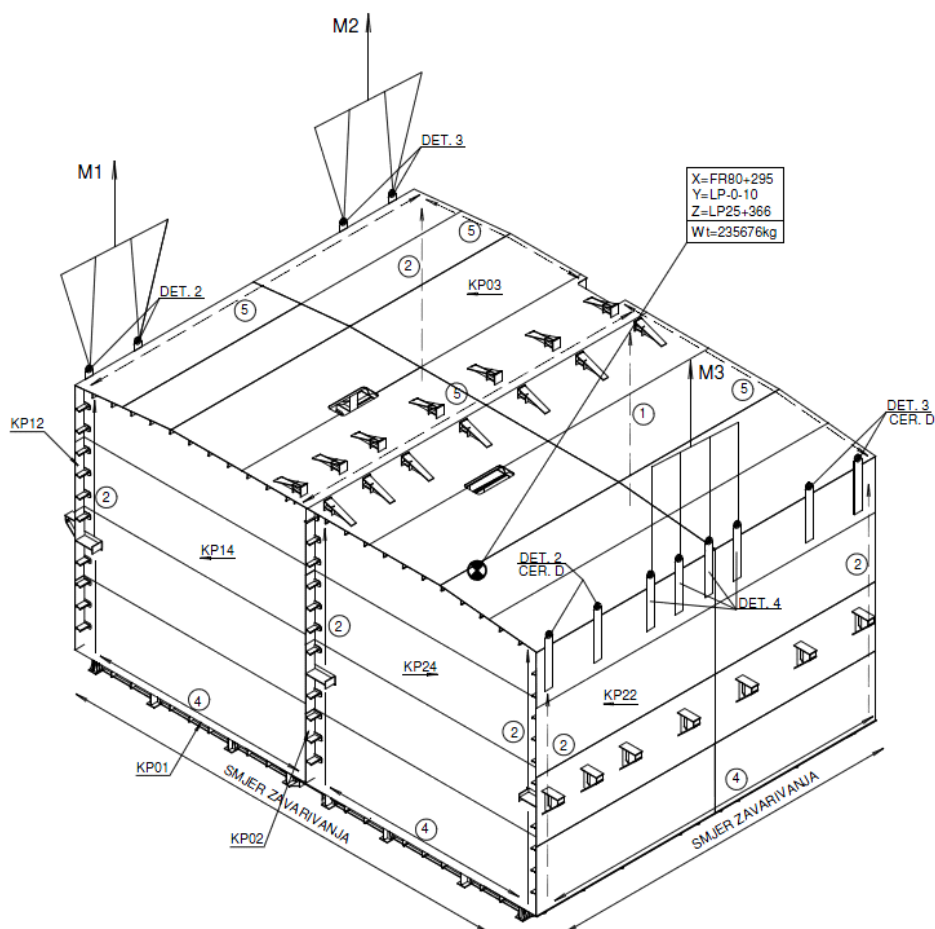
FAZA II

- Na 28 niveliranih i raspoređenih potklada (prema slici 22), postavljaju se KP-ovi VT sekcije 3020 prema slijedećem rasporedu:
 1. Dno tanka tereta, KP01
 2. Poprečna pregrada na R.72, KP24
 3. Uzdužna pregrada u simetrali broda KP02
 4. Poprečna pregrada na R.72, KP14
 5. Poprečna pregrada na R.89, KP15, KP25
 6. Opločenje bočne stijene tanka na 9500 L/D, KP12 (KP22)
 7. Krov tanka tereta, KP03
 8. Te ostale sklopove i elemente strukture prema radioničkom nacrtu i tehnološkoj dokumentaciji.
- Vršiti se zavarivanje od sredine prema krajevima slijedećim redoslijedom:
 1. Vertikalni sučeljeni zavar
 2. Vertikalni kutni zavar
 3. Horizontalni sučeljeni zavar
 4. Horizontalni kutni zavar
 5. Nadglavni kutni zavar

Poslije svih radova izgled VT sekcije 3020 može se vidjeti na slici 23.



Slika 22. Raspored potklada za montažu VT sekcije 3020



Slika 23. Konačni izgled VT sekcije 3020

4. ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA

Prilikom obrade crne metalurgije na limove se prema standardu nanosi antikorozivna zaštita, tzv. shopprimer. On se nanosi na lim koj je predhodno izravnani, osušen te ima pripremljenu površinu stupnja Sa 2,5 prema švedskom standardu SIS-055900. Takva antikorozivna zaštita se naziva primarnom te je njena svrha zaštita materijala kroz proces proizvodnje.

Kad se sekcija sastavi na predmontaži slijedi sekundarna zaštita koja se sastoji od 3 faze.

- I faza: „steel work“ – to je mehički postupak kojim se uklanja korozija i drugi nedostaci s površine lima nastali zavarivanjem ili rezanjem.
- II faza: čišćenje cijele sekcije abrazivom do stupnja površine Sa 1.
- III faza: nanošenje premaza pomoću špricanja, dvokomponentnog epoxy premaza i „stripe coat-inga“ tj. flekanje (ručno pomoću kista ili valjka).

Nezaštićuje se 300 mm od ruba sekcije gdje dolazi montažni spoj.

Sekundarna zaštita unutrašnje strane tankova tereta

Budući da asfalt ne djeluje korozijski na čelik, tj. čak ga i zaštićuje, u unutrašnjosti tankova ne primjenjuje se nikakva korozijska zaštita osim predhodno navedenog shopprimera.

Sekundarna zaštita vanjske strane tankova tereta

Budući da je vanjska strana tankova toplinski izolirana, te k tome još nije izložena moru, na nju se samo nanosi cink silikatna boja imena „Galvosil 15700“ proizvođača „Hempel“.

Prema uputstvima proizvođača za uspješnu primjenu Galvosila potrebni su slijedeće pripreme i postupci [6]:

- Svi zavari na koje se nanosi Galvosil moraju biti glatki tj. izbrušeni, bez pora i bez oštih rubova.
- Prije čišćenja površine abrazivom ona se mora oprati odgovarajućim deterđentom u kombinaciji sa svježom pitkom vodom kako bi se oprale mrlje od ulja, masnoća i drugih nečistoća.
- Ako kotaminacija površine lima solju prelazi 50mg/m^2 lim se mora isprati visoko stlačenom svježom pitkom vodom.

- Netaknuti shopprimer mora se u potpunosti ukloniti zrnčenjem, zatim se površina mora očistiti od mogućih ostataka abraziva.
- Galvosil 15700 može se primijeniti i sa konvencionalnim sprejem (tip: pod tlakom), bezzračnom špricom ili kistom.
- Pištolj treba držati pod pravim kutem na udaljenosti od 30 do 50 cm od površine. paralelni prolazi moraju imati oko 50% preklapanja.
- Premaz mora biti mokar i gladak odmah nakon aplikacije.
- Male mlaznice se primjenjuju za prskanje za komplicirane strukture, dok se veće mlaznice mogu koristiti na redovitim površinama.
- Mokra debljina se može provjeriti odmah nakon primjene, ali to može poslužiti samo kao gruba smjernica zbog brzog sušenja.
- Preporučena debljina nanosa je 100 mikrona.
minimalno 90 mikrona do maksimalno 150 mikrona.
- Da bi se postiglo ispravno formiranje filmskog nanosa unutar tih granica, preporučuje se primjena u dva nanosa sistemom "mokro u skoro suho": Nanese se jedan sloj a drugi u roku od 15-30 minuta kada prvi sloj poprimi tamno-sivu boju.
- Prevelike debljine filma na zavarima u kutovima moraju biti zaglađena s ravnom četkicom debljine oko 2.5 cm.
- Sva teško dostupna mjesta za nanošenje antikorozivne zaštite sprejem moraju se zaštititi „stripe coatingom“ tj. četkom neposredno prije ili poslije primjene prskanja zračnog pištolja.
- Preporučena minimalna temperatura površine je 0°C dok je maksimalna 40°C
- Više temperature čelika su prihvatljive pod uvjetom da nema efekta „suhog-spreja“ (dodatno stanjivanje). U toploj klimi preporučuje se provoditi program tijekom noći.
- Na 20 °C i minimalno 75% relativne vlažnosti, sušenje zahtijeva min. 16 sati. Na nižim temperaturama i relativnoj vlažnosti zraka, vrijeme će se znatno povećati.

Neobojene predmontažne spojeve i eventualna oštećenja potrebno je korozijski tretirati prije izvođenja radova izolacije prema gore navedenim uputstvima.

5. URANJENO OPREMANJE TANKA TERETA

Sekcije tankova se opremaju komunikacijama, nosačima cjevovoda tereta i grijanja, grijačim tornjevima te izolacijom, do maksimalne mogućnosti dizanja dizalice od 300t .

Komunikacije se u potpunosti predmontiraju i zavaruju osim najgornjeg kraka komunikacija (od druge platforme do vrha tanka - vidi sliku 26) koji se samo privaruje zbog grotlašaca koja se kasnije na navozu prilagođavaju. Otvor na tanku za grotlašce otvora u predmontaži je u manjoj dimenziji radi kasnije prilagodbe.

Cjevovod grijanja se predmontira skupa s pripadajućim nosačima. Svaki tank ima dva grijača tornja u obliku krnje piramide s cjevovodom grijanja (slika 24).



Slika 24. Grijaći toranj

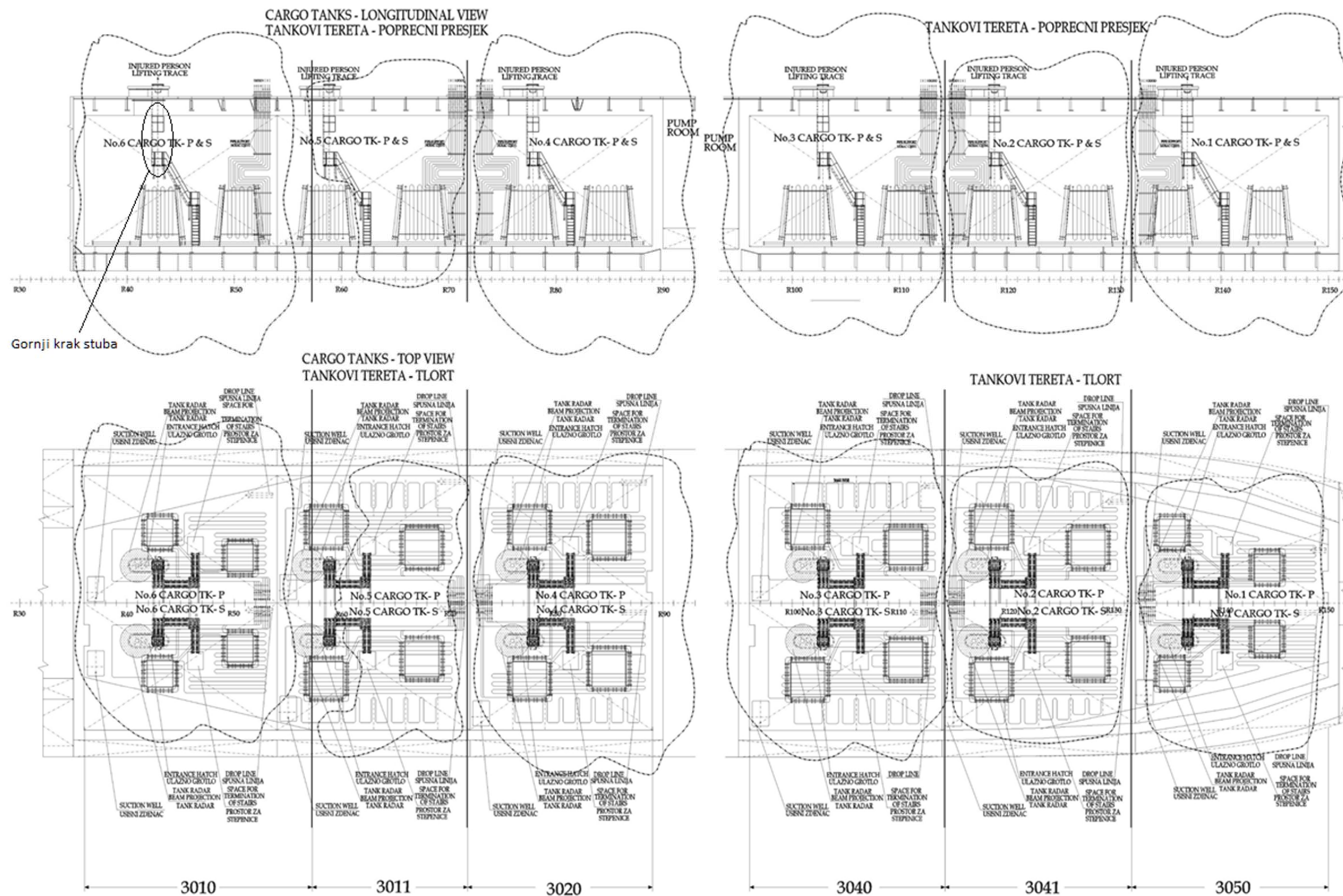
Tornjevi su visoki 3800mm i 2400mm široki u bazi, te se izrađuju od profila U-12 i L 100x100x10. Tornjevi se izrađuju kao sklopovi i kao takvi se predmontiraju za dno tanka.

Cjevovod grijanja čine 2 ili 4 nivoa cijevi smještenih po dnu tanka. Vertikalni dio cjevovoda grijanja vezan je za uzdužnu pregradu tanka. Cjevovod tereta također se predmontira u sekciju.

Strukturni ključevi, antirolling-gornji i antifloating privaruju se u fazi predmontaže (slika 25).



Slika 25. Privareni antirolling ključevi



Slika 26. Opremanje u VT sekciji

5.1. Toplinska izolacija tankova tereta

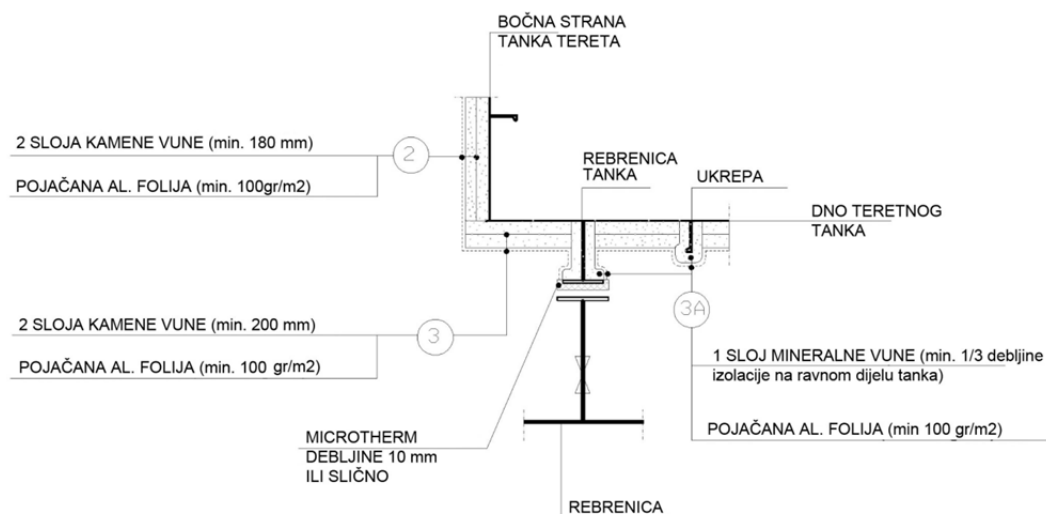
Budući da stalno održavanje temperature asfalta na 250 °C zahtjeva puno toplinske energije tj. goriva jedan od načina umanjivanja troška istog je postavljanje toplinske izolacije oko tankova tereta kako bi se smanjio gubitak topline.

Izolacija se postavlja na već ranije postavljenu žicu koja je upucana specijalnim pištoljem za tu svrhu kako bi se izbjeglo sporo zavarivanje. Žica je upucana u fazi izrade KP-a i to s vanjske strane tankova. Ona je upucana okomito u odnosu na površinu tanka.

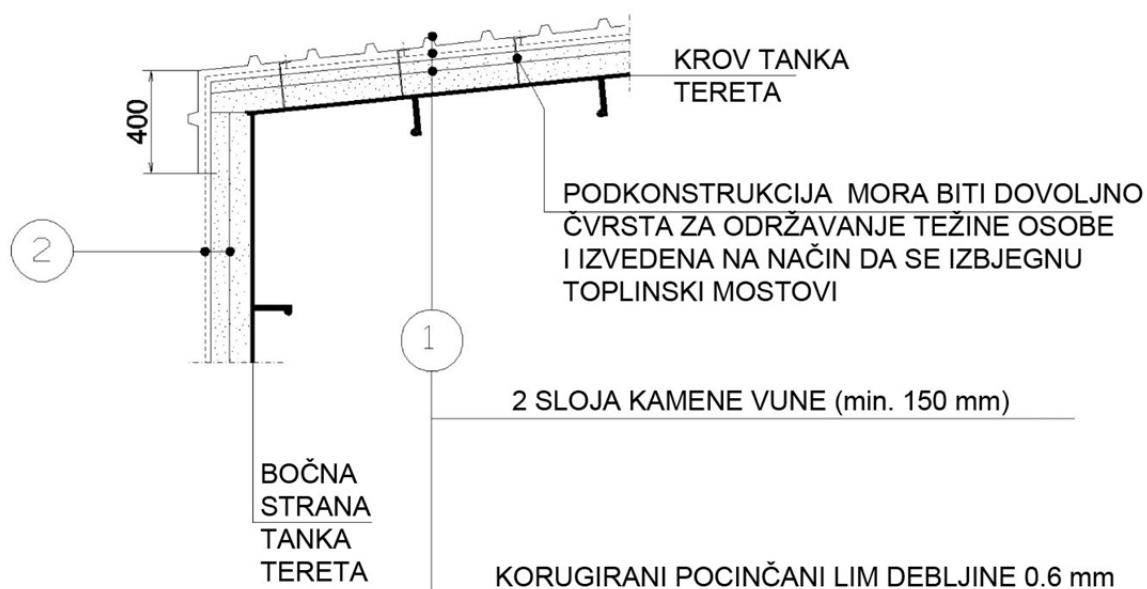
Izolacija se postavlja sa svih strana tanka, na dno, bokove i krov. Izolacija je mineralna vuna koja se doprema u roli, dužine do 3 m, te se postavlja ručno. Postavlja se od vrha tanka prema dnu tako da se odmotava na upucanu žicu te se pritiskanjem nabija na žicu sve dok vuna na dođe do površine tanka a žica skroz probije vunu (Slika 29). Nakon toga se vunu oblaže aluminijskom folijom. Zatim se postavljaju plastična „sidra“ na žicu koja se motiraju tako da pritisnu što jače foliju i vunu uz stijenke tanka. Kako bi se izbjeglo oštećenje vune i folije na krovu tanka prilikom hodanja radnika tijekom daljnjeg procesa izgradnje broda postavlja se korugirani pocinčani lim debljine 0,6mm (Slika 28).

Mineralna vuna se postavlja u dva sloja različite debljine, u ovisnosti o području koje se izolira (Slika 27 i Slika 28.):

- na krovu tanka 150mm
- po bokovima tanka 180mm
- na dnu tanka 200mm



Slika 27. Primjer toplinske izolacije boka i dna tanka



Slika 28. Primjer toplinske izolacije boka i krova tanka



Slika 29. Postavljanje mineralne vune na boku tanka

Podaci toplinske provodljivosti mineralne¹ vune kao i usporedba s drugim toplinskim izolacijskim materijalima dana je u tablici 6. U tablici je, radi lakšeg razumjevanja, navedeno kolika debljina kojeg materijala je potrebna da bi maksimalna provodljivost materijala bila $0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$

¹ Pod mineralnom vunom podrazumjevaju se i kamena i staklena vuna

Tablica 6. Usporedba toplinske provodljivosti različitih toplinsko izolacijskih materijala[7]

Toplinsko izolacijski materijal	Toplinska provodljivost (W/mK)	potrebna debljina u cm za $U=0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$
kamena vuna	0.035 do 0.050	9-11
stiropor	0.035 do 0.040	9-10
ekstrudirana polistirenska pjena	0.030 do 0.040	8-10
tvrda poliuretanska pjena	0.020 do 0.040	7-9
drvena vuna	0.065 do 0.09	16-20
ekspandirani perlit	0.040 do 0.065	10-16
ekspanidirani pluto	0.045 do 0.055	11-14
ovčja vuna	0.040	10-11
slama	0.090 do 0.130	20-35

Iz tablice je vidljivo da najbolja izolacijska svojstva ima tvrda poliuretanska pjena, no njezino postavljanje je puno kompliciranije od kamene vune te budući da su tankovi ne strukturni tj. potreban je određeni razmak između tanka i strukture broda, razlika u debljinama za istu toplinsku provodljivost između kamene vune i poliuretana nije toliko važna.

Nakon što se sekcije tankova završe u premontažnim halama one se oblažu termoskupljajućim folijama kako se na navozu prilikom montaže toplinska izolacija ne bi smočila i time izgubila svoje svojstvo toplinske izolacije. Kako se toplinska izolacija postavlja do 200 mm udaljenosti od montažnog zavora isto tako se postavlja i termoskupljajuća folija. Folija se postavi oko tankova te se plamenicima grije čime se ona skuplja i do 30% te tako u potpunosti zaštiti vunu od oborina.

**Slika 30. Gotov tank prilikom montaže na navoz**

5.2. Kontrola dimenzija

Zbog potrebne točnosti nalijeganja tankova tereta na strukturu dna broda prilikom montaže, potrebna je maksimalna točnost prilikom izrade sekcija da bi se ostvarila njihova točna montaža.

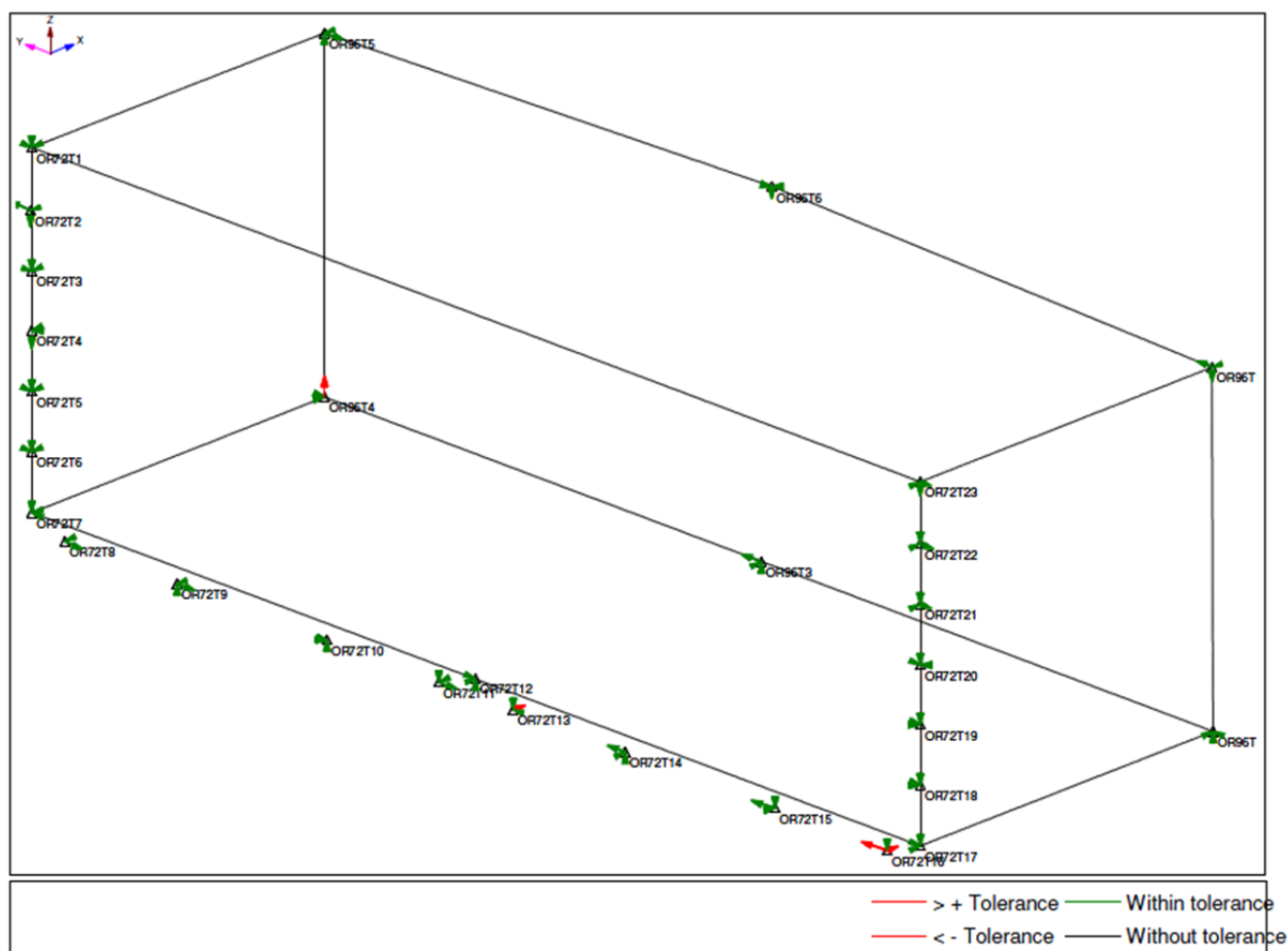
Dozvoljena odstupanja kreću se u području od $\pm 10\text{mm}$. Radi prethodno navedenog područja tolerancije uvedeni su dodatni postupci kontrole kako ne bi došlo do komplikacija prilikom pozicioniranja tankova u svoja ležišta.

Potrebnu dodatnu kontrolu izvodi se u svim fazama izrade i montaže, kako slijedi:

- Kontrola na panel liniji
- Kontrola na liniji za izradu kompletiranih panela
- Kontrola pri izradi VT-sekcija
- Kontrola pri montaži sekcija

Kontrola pri izradi VT-sekcija

Nakon što je gotova VT sekcija provjerava se točnost njene izrade. Budući da je VT sekcija trodimenzionalna i „problem“ je trodimenzionalan što znači da treba provesti i trodimenzionalna mjerenja. To se vrši pomoću teodolita. Teodolit je geodetski uređaj koji mjeri horizontalne i vertikalne kuteve između zadanih točaka u prostoru koje se označavaju na samoj sekciji, tj. točke koje su unaprijed definirane i za koje je bitno iz konstruktivnih razloga da budu točne. Osim kuteva, teodolit mjeri i udaljenosti. Vrlo je važno da se označi i zna lokacija nultne pozicije tj. prvog mjernog mjesta zato jer se teodolit pomiče oko sekcije na nekoliko različitih relativnih pozicija čije se točne lokacije moraju znati i unijeti u teodolit. Današnji teodoliti imaju ugrađene memorijske kartice na koje teodolit bilježi sve potrebne podatke sa svake mjerne pozicije. Nakon izvršenog mjerenja memorijska kartica se ubacuje u računalo te se pomoću odgovarajućeg kompjutorskog programa čitaju podaci s memorijske kartice te se stvara realni 3D model temeljen na očitanjima sa teodolita. Konačno, realni 3D model se uspoređuje s teoretski 3D modelom izrađenim u fazi projektiranja broda. Uspoređuju se pozicije točaka izmjerenih teodolitom sa istim točkama na modelu. Kompjutorski program naposljetku prikazuje koje točke odstupaju, koliko odstupanja iznose, te da li prelaze granice tolerancije koje su unijete u sam program.



Slika 31. Primjer realnog 3D modela

Na slici 31 prikazan je 3D realnog modela VT sekcije 3020. Na slici su označene mjerne točke pomoću kojih se kontrolira točnost dimenzija tanka tereta. Na rebru 72 ima više mjernih točaka nego na rebru 96. To je iz razloga što je to mjesto montažnog spoja s drugom sekcijom tanka tereta te je od velike važnosti da veći broj točaka bude na svom točnom položaju kako bi se izbjegli mogući problemi prilikom montaže. U slučaju da neka točka nije unutar tolerancije poduzimaju se odgovarajući tehnološki postupci, ovisno o poziciji točke, kojima se korigiraju pozicije točaka.

Primjer očitavanja moguće je vidjeti na slikama 32 i 33. Na njemu se može vidjeti da svakoj točki pripadaju x,y i z koordinata u prostoru. U stupcu „Reference“ su navedene koordinate koje bi, prema teoretskom 3D modelu, trebala biti dok u stupcu „Meas“ su prikazana stvarne koordinate u prostoru. U stupcu „Diff“ je navedena njihova razlika dok je u stupcu „Tolerance“ navedena toleranca u plusu i minusu za svaku točku te da li je ona unutar toleratnog područja. Iz priloženih slika vidi se da su izvan toleratnog područja točke OR72T13, OR72T16 (točke na rebru 72) i OR96T4 (točka na rebru 96).

Točke OR72T13 i OR72T16 obje su izvan tolerancije po x osi što i nije veliki problem zato jer su na poziciji motažnog spoja pa se taj nedostatak može riješiti navarivanjem. Točka OR72T16 ima i mali pomak u odnosu na y os no on nije velik pa se može zanemariti. Točka OR96T4 ima pomak po z osi no to se isto može zanemariti budući da se ta točka ne nalazi na mjestu montažnog zavora.

Testing table
3020VT01

Filename:

Nr	Name	Memo		Reference	Meas	Diff	Tolerance		out of tol
							+	-	
1	OR72T1		X	55230	55220	-10	10	10	
			Y	9500	9496	-4	10	10	
			Z	11222	11219	-3	10	10	
2	OR72T2		X	55230	55220	-10	10	10	#
			Y	9500	9510	10	10	10	
			Z	9613	9604	-9	10	10	
3	OR72T3		X	55230	55221	-9	10	10	
			Y	9500	9497	-3	10	10	
			Z	8053	8049	-4	10	10	
4	OR72T4		X	55230	55222	-8	10	10	
			Y	9500	9501	1	10	10	
			Z	6493	6484	-9	10	10	
5	OR72T5		X	55230	55223	-7	10	10	
			Y	9500	9496	-4	10	10	
			Z	4933	4931	-2	10	10	
6	OR72T6		X	55230	55225	-5	10	10	
			Y	9500	9496	-4	10	10	
			Z	3373	3372	-1	10	10	
7	OR72T7		X	55230	55223	-7	10	10	
			Y	9500	9501	1	10	10	
			Z	1813	1808	-5	10	10	
8	OR72T8		X	55230	55223	-7	10	10	
			Y	8800	8792	-8	10	10	
			Z	1370	1370	0	10	10	
9	OR72T9		X	55230	55227	-3	10	10	
			Y	6400	6392	-8	10	10	
			Z	1370	1375	5	10	10	
10	OR72T10		X	55230	55231	1	10	10	
			Y	3200	3197	-3	10	10	
			Z	1370	1372	2	10	10	
11	OR72T11		X	55230	55228	-2	10	10	
			Y	800	792	-8	10	10	
			Z	1370	1369	-1	10	10	
12	OR72T12		X	55230	55233	3	10	10	
			Y	0	-1	-1	10	10	
			Z	1813	1818	5	10	10	
13	OR72T13		X	55230	55242	12	10	10	#
			Y	-800	-797	-3	10	10	
			Z	1370	1368	-2	10	10	
14	OR72T14		X	55230	55236	6	10	10	
			Y	-3200	-3192	-8	10	10	
			Z	1370	1371	1	10	10	
15	OR72T15		X	55230	55235	5	10	10	
			Y	-6400	-6390	-10	10	10	
			Z	1370	1365	-5	10	10	
16	OR72T16		X	55230	55241	11	10	10	#
			Y	-8800	-8789	-11	10	10	#
			Z	1370	1368	-2	10	10	

Planning:	Responsible:	Testing:	Acceptance:

Table Page 1 of 2
GLM, Bochum

Slika 32. Primjer rezultata mjerenja 1/2

Testing table
3020VT01

Filename:

Nr	Name	Memo		Reference	Meas	Diff	Tolerance		out of tol
							+	-	
17	OR72T17		X	55230	55237	7	10	10	
			Y	-9500	-9501	-1	10	10	
			Z	1813	1811	-2	10	10	
18	OR72T18		X	55230	55231	1	10	10	
			Y	-9500	-9501	-1	10	10	
			Z	3373	3370	-3	10	10	
19	OR72T19		X	55230	55231	1	10	10	
			Y	-9500	-9504	-4	10	10	
			Z	4933	4929	-4	10	10	
20	OR72T20		X	55230	55228	-2	10	10	
			Y	-9500	-9504	-4	10	10	
			Z	6493	6490	-3	10	10	
21	OR72T21		X	55230	55232	2	10	10	
			Y	-9500	-9505	-5	10	10	
			Z	8053	8049	-4	10	10	
22	OR72T22		X	55230	55232	2	10	10	
			Y	-9500	-9506	-6	10	10	
			Z	9613	9609	-4	10	10	
23	OR72T23		X	55230	55232	2	10	10	
			Y	-9500	-9505	-5	10	10	
			Z	11222	11214	-8	10	10	
24	OR96T1		X	69222	69219	-3	10	10	
			Y	-9500	-9493	-7	10	10	
			Z	11222	11214	-8	10	10	
25	OR96T2		X	69222	69228	6	10	10	
			Y	-9500	-9497	-3	10	10	
			Z	1813	1815	2	10	10	
26	OR96T3		X	69222	69232	10	10	10	#
			Y	150	159	9	10	10	
			Z	1813	1815	2	10	10	
27	OR96T4		X	69222	69226	4	10	10	
			Y	9500	9498	-2	10	10	
			Z	1813	1824	11	10	10	#
28	OR96T5		X	69222	69219	-3	10	10	
			Y	9500	9492	-8	10	10	
			Z	11222	11223	1	10	10	
29	OR96T6		X	69222	69220	-2	10	10	
			Y	-75	-77	-2	10	10	
			Z	11620	11613	-7	10	10	

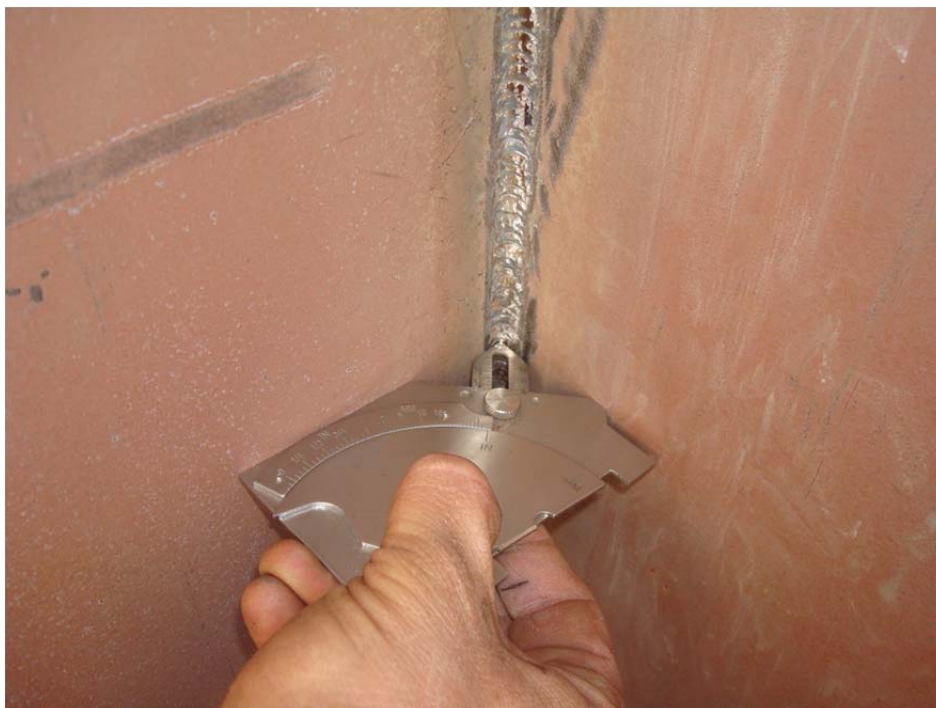
Planning:	Responsible:	Testing:	Acceptance:

Table Page 2 of 2
GLM, Bochum

Slika 33. Primjer rezultata mjerenja 2/2

6. AKTIVNOSTI NADZORA PREDMONTAŽE TANKA TERETA

Nadzor na predmontaži se sastoji najviše od pregleda zavora, kontrole oslanjanja elementa na element te kontrole zakrivljenosti i ostalih mogućih deformacija limova kao posljedica zavarivanja, oštećenja prilikom transporta ili neadekvatnog rukovanja. Prilikom nadzora pregledava se visina zavora na kutnim zavarima te se pregledava sam zavar (Slika 34).



Slika 34. Provjera visine zavora

Prije samog zavarivanja, najčešće montažnog spoja, važno je da je priprema dobro izvedena. Najčešće se radi „V“ priprema spoja. Ona se može izvesti odmah prilikom rezanja limova sa strojem za rezanje sa zakretnom glavom ili naknadnim ručnim rezanjem. Kod „V“ pripreme spoja bitno je da skošene strane budu što ravnije i glađe tj. da nema ostatka rastopljenog čelika koji može nastati prilikom plinskog skošavanja ruba limova. Nakon što je priprema dobro napravljena pristupa se zavarivanju te se poslije toga pristupa kontroli nakon što se u potpunosti ukloni šljaka sa zavora.

Kod kutnih zavora se kontrolira visina zavora koja mora biti prema projektu a tolerancija je prema IACS-ovim propisima. Kod zavora dva sučeljena lima kontrolira se da li je prisutan smak, tj. da li je jedan lim na višoj poziciji od drugog lima (slika 35). Tolerancije također moraju biti unutra IACS-ovih tolerancija.



Slika 35. Provjera smaka lima

Kod svih vrsta zavora pregledava se njihova kvaliteta, tj. da li zavori po sebi imaju pukotine ili ne. Kontrola zavora se provodi vizualno ali i rendgenom. Ispitivanja rendgenom se izvode na brodovlasnikov zahtjev i broj takvih ispitivanja je određen ugovorom prilikom ugovaranja broda, tj. svako ispitivanje izvan ugovora plaća brodovlasnik.

Također, kod prostora koji moraju biti nepropusni, što je u slučaju tankova tereta, pregledava se njihova nepropusnost pomoću sapunice i vakuum kutije. Ispitivanje nepropusnosti zavora se vrši tako da se zavar namaže sapunicom te se preko toga nasloni vakuum kutija koja može biti kutnog oblika za kutne zavora ili ravna za zavora između dva sučeljena lima. Sama vakuum kutija je sa svoje donje strane otvorena te po svojim rubovima ima gumu kojom se uz dovoljni pritisak rukama osigurava se guma priljubi uz lim te se tako osigura nepropusnost zraka između vakuum kutije i lima. S gornje strane kutije nalaze se ventili na koje se priključe crijeva te se isisava zrak iz kutije te se tako stvara podtlak u samoj kutiji. U slučaju da zavar propušta, zrak prolazom kroz sapunicu počinje stvarati mjehuriće te se time utvrđuje da li je zavar propusan i gdje točno propušta.

Kontrola oslanjanja se može vršiti vizualno, kredom ili čekićem. Vizualna kontrola se može vršiti s vanjske strane tanka tereta, npr: struktura donje strane tanka se nalazi s vanjske strane te se lako može kontrolirati da li se lim boka tanka oslanja na čvrste oslonce dna.

Kontrola kredom se vrši tako da se ispred koljena potezima krede po limu dobiju obrisi rebra ili neke druge strukture koja se nalazi ispod koljena i lima na kojem je koljeno oslonjeno.



Slika 36. Kontrola oslanjanja kredom

Kontrola čekićem se vrši tako da se lagano udara na području gdje se želi provjeriti oslonac te se na temelju zvuka rasaznaje gdje se nalazi oslonac.

Kod kontrole samog zavora važno je da zavar bude neprekidan, da ne nema pore i da kod spoja limova različitih debljina zavar ima propisanu visinu. U slučaju da se ustanovi jedna od navedenih grešaka zavar je potrebno brusiti ili dodatno navariti ovisno o tome koja greška je ustanovljena (Slika 37).



Slika 37. Primjer potrebnog brušenja i navarivanja zavora

Prilikom nadzora također se pregledava da nema deformacija nastalih tijekom gradnje, ostataka zavara od zavarenih uški, pomoćnih elemenata, skela itd. Na slici 38 moguće je vidjeti deformaciju na traci orebrenja dna tanka. Traka, a i time i struk, nosača dna tanka se kroz proces gradnje iskrivila. Na istoj slici se može vidjeti crveno uže koje predstavlja liniju uz kojom bi se traka trebala nalaziti.



Slika 38. Deformacija jakog nosača dna

Na slici 39 mogu se vidjeti ostatke uški koje je potrebno pobrusiti.



Slika 39. Ostatak zavrene uške

7. ZAKLJUČAK

Opće poznato je da jedan od kotača pokretanja gospodarstva neke zemlje je dobra i kvalitetna prometna povezanost, ponajprije cestovna. Dobra cestovna povezanost se ostvaruje gradnjom novih i boljih prometnica te rekonstrukcijom i održavanjem starih, a osnovni element pri gradnji i održavanju prometnica je naravno, asfalt. Za brodski prijevoz to i nije toliko važno za područje Europe ili Sjeverne Amerike ali je važno za područje Afrike i Južne Amerike gdje postoji velika potreba za asfaltom a ne postoji potrebna infrastruktura ili postojeća nema dovoljno velik kapacitet za proizvodnju dovoljne količine asfalta. U tu priču se odlično uklapaju asphalt carrieri koji jedini mogu prevesti velike količine asfalta na velike udaljenosti, k tome da je asfalt odmah pri iskrcaju spreman za izgradnju novih prometnica. Dakle, asphalt carrieri su ključni za rast gospodarstva nerazvijenih zemalja. Imajući na umu da je potreba prijevoza asfalta brodovima sve veća i da je prosječna starost asphalt carriera u svijetu oko 19 godina lako se zaključuje da će i izgradnja asphalt carriera rasti kroz godine koje dolaze. Također, zbog činjenice da održavanje temperature asfalta na 250 °C je samo po sebi komplicirano te zahtjeva cijeli niz grijača u teretnom prostoru te specifičnu izvedbu strukture broda čini asphalt carrieri kompliciranim za izgradnju. Isto tako, njihov mali udio u svijetskoj floti i njihova specifičnost izgradnje čini ih nezanimljivim brodogradilištima dalekog istoka.

Ono što asphalt carrieri najviše razlikuje od ostatka svijetske flote su njihovi nestrukturni tankovi. Njihova izvedba zahtjeva veliku točnost iz razloga što se oni grade „odvojeno“ te je njihovoj montaži potrebno posvetiti posebnu pažnju. Sama montaža je jako zanimljiva iz razloga što tankovi zbog viske temperature nesmiju doticati strukturu broda tj. na mjestima oslonca i mjestima dodira na strukturnim ključevima montiraju se feroform ploče kako bi prijelaz topline bio što manji. Također, tankovi su zbog povišene temperature izvedeni od čelika AH32 što i samu tehnologiju proizvodnje mijenja. Naime, prije zavarivanja, limove je potrebno predgrijati na određenu temperaturu.

U hrvatskoj je izgrađeno (neki su još u izgradnji) sve ukupno 8 asphalt carriera od toga zadnja 4 su u trenutku izgradnje bili najveći na svijetu. Dakle, znanje i iskustvo postoje a s time i „reputacija“, naime jedan od brodova je bio proglašen brodom godine.

Sa svim tim činjenicama asphalt carrieri imaju potencijal da postanu jedan od važnijih proizvoda hrvatskih brodogradilišta.

Literatura

- [1] Lušić, Z. : „Razvoj Svjetskog Brodarstva“ – Naše more 2003
- [2] Eapa: <http://www.eapa.org>
- [3] Eurobitume: <http://www.eurobitume.org>
- [4] Pavletić, E.: „Opremanje teretnog prostora broda za prijevoz asfalta“ – Diplomski rad,2008
- [5] Grubišić, R.: „Asphalt Carriers from Kraljevica shipyard“ Brodogradnja 2006
- [6] Hempel: www.hempel.com
- [7] Wikipedija: http://hr.wikipedia.org/wiki/Mineralna_vuna